

Intelligente Transport Systemen

ITS en verkeersveiligheid

J. De Mol, T. Van Leeuwen, W. Vandenberghe, S. Vlassenroot

PROMOTOR	▶	Prof. dr. G. Allaert, Prof. dr. P. Demeester, Prof. dr. ir. I. Moerman
ONDERZOEKSLIJN	▶	Innovatie en ICT voor een veiligere mobiliteit
ONDERZOEKSGROEP	▶	UHasselt, PHL, VITO, VUB, UGent
RAPPORTNUMMER	▶	RA-MOW-2008-007

**WETENSCHAPSPARK 5
B 3590 DIEPENBEEK**

T	▶	011 26 91 12
F	▶	011 26 91 99
E	▶	info@steunpuntmowverkeersveiligheid.be
I	▶	www.steunpuntmowverkeersveiligheid.be

Intelligente Transport Systemen

ITS en verkeersveiligheid

RA-MOW-2008-007

J. De Mol, T. Van Leeuwen, W. Vandenberghe, S. Vlassenroot

Onderzoekslijn Innovatie en ICT voor een veiligere mobiliteit



DIEPENBEEK, 2008.
STEUNPUNT MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN
SPOOR VERKEERSVEILIGHEID

Documentbeschrijving

Rapportnummer: RA-MOW-2008-007
Titel: Intelligente Transport Systemen

Ondertitel: ITS en verkeersveiligheid

Auteur(s): J. De Mol, T. Van Leeuwen, W. Vandenberghe, S. Vlassenroot
Promotor: Prof. dr. G. Allaert, Prof. dr. P. Demeester, Prof. dr. ir. I. Moerman
Onderzoekslijn: Innovatie en ICT voor een veiligere mobiliteit
Partner: Universiteit Gent – Instituut voor Duurzame Mobiliteit
Aantal pagina's: 115

Projectnummer Steunpunt: 4.1
Projectinhoud: Intelligente Transport Systemen en Verkeersveiligheid

Uitgave: Steunpunt Mobiliteit & Openbare Werken – Spoor Verkeersveiligheid, juli 2008.

Steunpunt Mobiliteit & Openbare Werken
Spoor Verkeersveiligheid
Wetenschapspark 5
B 3590 Diepenbeek

T 011 26 91 12
F 011 26 91 99
E info@steunpuntmowverkeersveiligheid.be
I www.steunpuntmowverkeersveiligheid.be

Samenvatting

Dit rapport bespreekt Intelligente Transport Systemen (ITS). Deze generieke term wordt gebruikt voor een uitgebreid gamma aan informatie-, controle- en elektronische technologie die kan geïntegreerd worden in de weginfrastructuur en de voertuigen zelf, met als doel het redden van levens en het besparen van tijd en geld door het opvolgen en beheren van verkeersstromen, het verminderen van congestie, het vermijden van ongevallen, enz. Omdat dit rapport onderdeel uitmaakt van het Steunpunt Mobiliteit en Openbare Werken, Spoor Verkeersveiligheid richt deze bespreking van ITS systemen zich vooral op alle aspecten die te maken hebben met verkeersveiligheid.

Binnen de brede waaier van ITS systemen kunnen twee verschillende categorieën worden opgetekend: **autonome systemen en coöperatieve systemen**. Autonome systemen zijn alle vormen van ITS die eerder op zichzelf staan, en niet afhankelijk zijn van een samenwerking met andere voertuigen of ondersteunende infrastructuur. Voorbeeldtoepassingen zijn blinde hoek detectie d.m.v. radar, elektronische stabiliteitscontrole, dynamisch verkeersmanagement d.m.v. variabele verkeersborden, emergency call, ... Coöperatieve systemen zijn ITS systemen waarbij communicatie en samenwerking, zowel tussen voertuigen onderling als tussen voertuigen en ondersteunende infrastructuur, aan de basis liggen. Voorbeeldtoepassingen zijn het waarschuwen van voertuigen die de staart van een file naderen, het uitwisselen van gegevens over gevaarlijke wegomstandigheden, extended electronic brakelight, ... In een aantal gevallen kunnen systemen van autonome naar coöperatieve systemen evolueren. ISA is daarvan een voorbeeld vermits zowel het dynamische aspect als de communicatie met infrastructuur (bv. Verkeerslichten, DRIP's, ...) bijkomende verkeersveiligheidsvoordelen kunnen bieden, zal ISA naar coöperatieve systemen kunnen groeien. Dit is dan ook de duidelijke link tussen de twee behandelde onderdelen van dit rapport

De vele ITS toepassingen duiden aan dat er zowel van de overheid, de academische wereld als van de industrie hoge verwachtingen zijn naar de toepassingsmogelijkheden van beide categorieën. De uitvoerige bespreking van elk van hen vormt dan ook de kern van dit rapport.

Het **eerste gedeelte** van het rapport dat betrekking heeft op de autonome systemen behandelt twee aspecten:

1. Schets van Europese projecten gerelateerd aan mobiliteit en in het bijzonder aan verkeersveiligheid
2. Schets van evaluatiemethodieken van ITS-toepassingen.

Uit de vele Europese ITS-projecten wordt gefocust op het E Safety Forum en PreVENT. Vooral het PreVent onderzoeksproject is interessant omdat de ITS-toepassingen hebben geleid tot een aantal concrete demonstratievoertuigen waarbij aangetoond wordt –al dan niet in een beschermde omgeving– dat deze (autonome) ITS-toepassingen technisch bruikbaar zijn of kunnen ontwikkeld worden tot bruikbare toepassingen.

Het onderdeel “evaluatiemethodieken van ITS-toepassingen” heeft als bedoeling om aan te duiden dat de overheid over specifieke evaluatietools zal moeten beschikken indien de overheid de ambitie heeft om ITS-toepassingen aan te wenden voor het verhogen van de verkeersveiligheid. Daartoe worden twee evaluatiemethodieken uitgebreid toegelicht; een derde wordt enkel vermeld omdat hieruit kan blijken dat een sturing van de overheid wenselijk kan zijn.

1. TRACE vertrekt van het opmaken van methodieken die bruikbaar zijn voor de evaluatie van specifieke ITS-toepassingen.
2. FITS is een Finse evaluatiemethodiek die een aanpassing is van de aangewende methodiek bij evaluatie van transportprojecten.

3. Een derde evaluatiemethodiek die op dit ogenblik in een Europees onderzoeksproject wordt ontwikkeld is eImpact. Dit op stapel staande onderzoek is belangrijk omdat vanuit een specifieke bevraging van stake holders kan aangetoond worden dat het maatschappelijke belang van sommige technieken in deze benadering te beperkt wordt aangetoond. Op deze wijze kan aangetoond worden dat een passende sturende rol voor de overheid is weggelegd.

Het **tweede gedeelte** van het rapport heeft betrekking tot de coöperatieve systemen. Zoals reeds vermeld zijn dit ITS systemen waarbij communicatie de belangrijkste pijler is. Dit platform maakt talloze toepassingen mogelijk met een sterke maatschappelijke relevantie, zowel op gebied van het milieu, mobiliteit en verkeersveiligheid. Dankzij coöperatieve ITS systemen is het mogelijk om bestuurders tijdig te waarschuwen om een aanrijding te kunnen vermijden (bv. bij het naderen van de staart van een file, of wanneer een spookrijder werd gedetecteerd). Gevaarlijke wegomstandigheden kunnen automatisch aan de andere bestuurders worden meegedeeld (bv. na detectie van ijzel of een oliespoor door het ESP). Navigatiesystemen kunnen gedetailleerde real-time updates ontvangen over de huidige verkeerssituatie en hiermee rekening houden bij het bepalen van hun routes. Wanneer een verkeersprobleem zich voordoet kan direct actief door de verkeerscentra worden bepaald hoe het verkeer moet worden omgeleid. Bestuurders kunnen ruim op voorhand gewaarschuwd worden dat een prioritair voertuig in aantocht is, en opgedragen worden om op een uniforme manier een doorgang te voorzien. Dit is slechts een kleine selectie uit het groot aantal applicaties die mogelijk worden dankzij coöperatieve systemen, maar het is overduidelijk dat deze systemen een significante bijdrage kun leveren aan de verkeersveiligheid. In de literatuur wordt geschat dat een vermindering van het aantal ongevallen met gekwetsten of doden zou liggen tussen de 20 en 50 procent.

Het is dan ook niet verwonderlijk dat er momenteel veel aandacht besteed wordt aan zulke systemen. Op internationaal niveau worden een aantal standaarden vastgelegd die betrekking hebben op dit onderwerp. De International Telecommunications Union (ITU), Institute for Electrical and Electronics Engineers (IEEE), International Organization for Standardization (ISO), Association of Radio Industries and Businesses (ARIB) en European committee for standardization (CEN) werken momenteel aan standaarden die verschillende aspecten van ITS systemen beschrijven. De naam die hierbij in de literatuur het meest terug keert is de ISO TC204/WG16 Communications Architecture for Land Mobile environment (CALM) standaard. Deze beschrijft een raamwerk welke transparante communicatie (zowel voor de applicaties als voor de gebruiker) mogelijk maakt over verschillende communicatiemediën.

Naast de talloze activiteiten op het vlak van standaardisatie worden er ook een groot aantal onderzoeksprojecten opgestart. Op Europees niveau zijn de belangrijkste het i2010 Intelligent Car Initiative, het eSafety Forum, en het COMeSafety, het CVIS, het SAFESPOT, het COOPERS en het SEVECOM project. Het i2010 Intelligent Car Initiative is een Europees initiatief met als doel het aantal verkeersdoden te halveren tegen het jaar 2010. Het eSafety Forum is een initiatief van de Europese Commissie, de industrie en andere belanghebbenden met als doel het versnellen van de ontwikkeling en ingebruikname van ITS systemen met een nadruk op veiligheid. Het COMeSafety project ondersteunt het eSafety Forum op het gebied van voertuig-voertuig en voertuig-infrastructuur communicatie. In het CVIS project wordt aandacht besteed aan zowel technische als niet-technische aspecten, met als hoofddoel het ontwikkelen van de eerste open en vrij beschikbare reference implementatie van de CALM architectuur. In het SAFESPOT project wordt onderzocht welke data belangrijk is voor veiligheidstoepassingen, en met welke algoritmen deze best uit het voertuig en de infrastructuur gehaald kunnen worden. Het COOPERS project richt zich voornamelijk op communicatie tussen voertuigen en daarvoor voorziene infrastructuur langs autosnelwegen. Het SEVECOM project tenslotte houdt zich voornamelijk bezig met security en privacy kwesties. Naast Europa wordt ook onderzoek uitgevoerd in de Verenigde Staten (CICAS en VII) en in Japan (AHSRA, VICS, Smartway, InternetITS).

Naast de standaardisatie organisaties en overheden is er uiteraard ook veel aandacht voor coöperatieve ITS systemen vanuit de industrie. Een aantal bedrijven hebben zich in het kader van hun activiteiten rond ITS verenigd in organisaties op nationaal en internationaal niveau. Op internationaal niveau zijn de bekendste namen het Car 2 Car Communication Consortium, en Ertico. Het C2C CC is een vereniging van de grote Europese autofabrikanten die zich toespitst op het ontwikkelen van een open standaard voor voertuig-voertuig en voertuig-infrastructuur communicatie gebaseerd op de reeds veel gebruikte IEEE 802.11 WLAN standaard. Ertico is een Europees multi-sector, public/private partnership welke de ontwikkeling en introductie van ITS systemen beoogt. Op nationaal niveau zijn FlandersDrive en The Telematics Cluster / ITS Belgium de twee bekendste organisaties.

Ondanks de vele aandacht die wereldwijd aan ITS systemen wordt gegeven, is er nog geen consensus over de draadloze technologie die hiervoor gebruikt moet worden. Dit komt doordat er een groot aantal geschikte technologieën bestaan of in ontwikkeling zijn die voor ITS systemen toepasbaar zijn. Elke technologie heeft zijn specifieke voor- en nadelen, wat er voor zorgt dat geen enkele de ideale oplossing is voor alle mogelijke ITS toepassingen. Wel kunnen er drie grote groepen onderscheiden worden. De eerste groep omvat communicatie op korte afstand, speciaal voor ITS doeleinden (Dedicated Short Range Communication of DSRC) zoals de WAVE technologie. De tweede groep bestaat uit verschillende cellulaire communicatienetwerken die dekking voorzien over grote gebieden. Voorbeelden hiervan zijn GPRS (datacommunicatie over het GSM netwerk), UMTS (sneller dan GPRS), WiMAX (nog sneller dan UMTS) en MBWA (gelijkaardig aan WiMAX). De derde groep bestaat uit digitale data broadcast technologieën zoals RDS (via huidige FM radio uitzendingen, traag), DAB en DMB (via huidige digitale radio uitzendingen, sneller) en DVB-H (toekomstige digitale televisie uitzendingen voor mobiele toestellen, snelst).

Uit al het voorgaande wordt duidelijk dat ITS systemen momenteel zeer in trek zijn, en veel aandacht krijgen van zowel de academische wereld, de standaardisatie organisaties en de industrie. Het lijkt dan ook eerder een kwestie van hoe of wanneer ITS systemen ingang in het dagelijkse leven zullen vinden. Doordat er zoveel technologie bestaan om coöperatieve ITS systemen te implementeren, is het echter niet makkelijk om te bepalen welke rol de overheid specifiek in deze ontwikkelingen moet spelen, en welke volgende stappen zij moet ondernemen. Omtrent deze vragen is onderzoek verricht binnen het i2010 Intelligent Car Initiative en het CVIS project. Uit hun stand van zaken bleek dat tot nu toe nog geen enkel land er in geslaagd is volledige werkende systemen in gebruik te nemen. Zeven EU landen staan het verst en bevinden zich in de *deployment* fase: Zweden, Duitsland, Nederland, Verenigd Koninkrijk, Finland, Spanje en Frankrijk. Acht landen, waaronder België, staan iets minder ver en bevinden zich momenteel in de *promotion* fase: Denemarken, Griekenland, Italië, Oostenrijk, België, Noorwegen, Tsjechië en Polen. De laatste tien landen bevinden zich ten slotte in de *start-up* fase: Estland, Litouwen, Letland, Slovenië, Slowakije, Hongarije, Portugal, Zwitserland, Ierland en Luxemburg.

Deze Europese rapporten opgesteld binnen het i2010 Intelligent Car Initiative en het CVIS project leggen een aantal beleidsaanbevelingen vast welke ook zeer relevant zijn voor België en Vlaanderen. De voornaamste aanbevelingen voor de Vlaamse overheid zijn:

- *Bewustzijn bij de burger verhogen:* uit onderzoek blijkt dat de burger ITS applicaties wel als nuttig beschouwt, maar hier toch niet echt voor wil betalen. Het is dus belangrijk om via campagnes de burger te overtuigen van het nut en het belang van ITS systemen
- *Hiaten invullen:* België bevindt zich in de *promotion* fase. Dit betekent dat het zich moet concentreren op het identificeren van ontbrekende belanghebbenden, en het moet de verschillende nationale en regionale ITS activiteiten coördineren. Hierbij is het belangrijk dat de onderzoeksactiviteiten op elkaar worden afgestemd zodat

resultaten tussen de nationale en Europese projecten kunnen uitgewisseld worden en herbruikbaar zijn

- *Visie ontwikkelen:* binnen het kader van ITS systemen moet er een beleid komen rond een groot aantal kwesties. Als voorbeeld is er de vraag of een ITS gebruiker geschoold moet zijn, en deze materie dus deel moet uitmaken van het rij-examen. Hoe moeten zulke systemen gekeurd worden? Worden ITS systemen op vrijwillige basis uitgerold, of b.v. verplicht in alle nieuwe wagens. Zullen de services worden aangeboden door private bedrijven, door de overheid, of door een combinatie van beiden? Welke technologie zal er gebruikt worden in de ITS systemen? Dit zijn slechts een paar van de vele vragen waar de overheid een standpunt over zal moeten innemen.
- *Coördinatie beleid:* ITS systemen zijn een beleidsonderwerp op zowel internationaal, nationaal en regionaal vlak. Het is heel belangrijk dat al deze beleidsorganen gecoördineerd samenwerken
- *Iteratief een beleid uitwerken:* het uitwerken van beleidsregels voor deze complexe materie kan niet over één nacht ijs gaan. Er zal in iteratieve stappen moeten gewerkt worden aan het steeds opnieuw verfijnen en bijsturen van de reeds genomen beleidsbeslissingen.

English summary

Intelligent Transport Systems

ITS and traffic safety

Abstract

This report discusses Intelligent Transport Systems (ITS). This generic term is used for a broad range of information-, control- and electronic technology that can be integrated in the road infrastructure and the vehicles themselves, saving lives, time and money by monitoring and managing traffic flows, reducing congestion, avoiding accidents, etc. Because this report was written in the scope of the Policy Research Centre Mobility & Public Works, track Traffic Safety, it focuses on ITS systems from the traffic safety point of view.

Within the whole range of ITS systems, two categories can be distinguished: autonomous and cooperative systems. Autonomous systems are all forms of ITS which operate by itself, and do not depend on the cooperation with other vehicles or supporting infrastructure. Example applications are blind spot detection using radar, electronic stability control, dynamic traffic management using variable road signs, emergency call, etc. Cooperative systems are ITS systems based on communication and cooperation, both between vehicles as between vehicles and infrastructure. Example applications are alerting vehicles approaching a traffic jam, exchanging data regarding hazardous road conditions, extended electronic brake light, etc. In some cases, autonomous systems can evolve to autonomous cooperative systems. ISA (Intelligent Speed Adaptation) is an example of this: the dynamic aspect as well as communication with infrastructure (eg Traffic lights, Variable Message Sign (VMS)...) can provide additional road safety. This is the clear link between the two parts of this report.

The many ITS applications are an indicator of the high expectations from the government, the academic world and the industry regarding the possibilities made possible by both categories of ITS systems. Therefore, the comprehensive discussion of both of them is the core of this report.

The **first part** of the report covering the autonomous systems treats two aspects:

1. Overview of European projects related to mobility and in particular to road safety
2. Overview for guidelines for the evaluation of ITS projects.

Out of the wide range of diverse (autonomous) ITS applications a selection is made; this selection is focused on E Safety Forum and PreVENT.

Especially the PreVent research project is interesting because ITS-applications have led to a number of concrete demonstration vehicles that showed - in protected and unprotected surroundings- that these ITS-applications are already technically useful or could be developed into useful products.

The component "guidelines for the evaluation of ITS projects" outlines that the government has to have specific evaluation tools if the government has the ambition of using ITS-applications for road safety.

Two projects -guidelines for the evaluation of ITS projects- are examined; a third evaluation method is only mentioned because this description shows that a specific targeting of the government can be desirable :

1. TRACE describes the guidelines for the evaluation of ITS projects which are useful for the evaluation of specific ITS-applications.
2. FITS contains Finnish guidelines for the evaluation of ITS project; FIS is an adaptation of methods used for evaluation of transport projects.
3. The third evaluation method for the evaluation of ITS projects is developed in an ongoing European research project, eImpact. eImpact is important because, a

specific consultation of stake holders shows that the social importance of some techniques is underestimated. These preliminary results show that an appropriate guiding role for the government could be important.

In the **second part** of this document the cooperative systems are discussed in depth. These systems enable a large number of applications with an important social relevance, both on the level of the environment, mobility and traffic safety. Cooperative systems make it possible to warn drivers in time to avoid collisions (e.g. when approaching the tail of a traffic jam, or when a ghost driver is detected). Hazardous road conditions can be automatically communicated to other drivers (e.g. after the detection of black ice or an oil trail by the ESP). Navigation systems can receive detailed real-time updates about the current traffic situation and can take this into account when calculating their routes. When a traffic distortion occurs, traffic centers can immediately take action and can actively influence the way that the traffic will be diverted. Drivers can be notified well in advance about approaching emergency vehicles, and can be directed to yield way in a uniform manner. This is just a small selection from the large number of applications that are made possible because of cooperative ITS systems, but it is very obvious that these systems can make a significant positive contribution to traffic safety. In literature it is estimated that the decrease of accidents with injuries or fatalities will be between 20% and 50% .

It is not surprising that ITS systems receive a lot of attention for the moment. On an international level, a number of standards are being established regarding this topic. The International Telecommunications Union (ITU), Institute for Electrical and Electronics Engineers (IEEE), International Organization for Standardization (ISO), Association of Radio Industries and Business (ARIB) and European committee for standardization (CEN) are currently defining standards that describe different aspects of ITS systems. One of the names that is mostly mentioned in literature is the ISO TC204/WG16 Communications Architecture for Land Mobile environment (CALM) standard. It describes a framework that enables transparent (both for the application and the user) continuous communication through different communication media.

Besides the innumerable standardization activities, there is a great number of active research projects. On European level, the most important are the i2010 Intelligent Car Initiative, the eSafety Forum, and the COMeSafety, the CVIS, the SAFESPOT, the COOPERS and the SEVECOM project. The i2010 Intelligent Car Initiative is an European initiative with the goal to halve the number of traffic casualties by 2010. The eSafety Forum is an initiative of the European Commission, industry and other stakeholders and targets the acceleration of development and deployment of safety-related ITS systems. The COMeSafety project supports the eSafety Forum on the field of vehicle-to-vehicle and vehicle-to-infrastructure communication. In the CVIS project, attention is given to both technical and non-technical issues, with the main goal to develop the first free and open reference implementation of the CALM architecture. The SAFESPOT project investigates which data is important for safety applications, and with which algorithms this data can be extracted from vehicles and infrastructure. The COOPERS project mainly targets communication between vehicles and dedicated roadside infrastructure. Finally, the SEVECOM project researches security and privacy issues. Besides the European projects, research is also conducted in the United States of America (CICAS and VII projects) and in Japan (AHSRA, VICS, Smartway, internetITS).

Besides standardization bodies and governmental organizations, also the industry has a considerable interest in ITS systems. In the scope of their ITS activities, a number of companies are united in national and international organizations. On an international level, the best known names are the Car 2 Car Communication Consortium, and Ertico. The C2C CC unites the large European car manufacturers, and focuses on the development of an open standard for vehicle-to-vehicle and vehicle-to-infrastructure communications based on the already well established IEEE 802.11 WLAN standard. Ertico is an European multi-sector, public/private partnership with the intended purpose

of the development and introduction of ITS systems. On a national level, FlandersDrive and The Telematics Cluster / ITS Belgium are the best known organizations.

Despite the worldwide activities regarding (cooperative) ITS systems, there still is no consensus about the wireless technology to be used in such systems. This can be put down to the fact that a large number of suitable technologies exist or are under development. Each technology has its specific advantages and disadvantages, but no single technology is the ideal solution for every ITS application. However, the different candidates can be classified in three distinct categories. The first group contains solutions for Dedicated Short Range Communication (DSRC), such as the WAVE technology. The second group is made up of several cellular communication networks providing coverage over wide areas. Examples are GPRS (data communication using the GSM network), UMTS (faster than GPRS), WiMAX (even faster than UMTS) and MBWA (similar to WiMAX). The third group consists of digital data broadcast technologies such as RDS (via the current FM radio transmissions, slow), DAB and DMB (via current digital radio transmissions, quicker) and DVB-H (via future digital television transmissions for mobile devices, quickest).

The previous makes it clear that ITS systems are a hot topic right now, and they receive a lot of attention from the academic world, the standardization bodies and the industry. Therefore, it seems like that it is just a matter of time before ITS systems will find their way into the daily live. Due to the large number of suitable technologies for the implementation of cooperative ITS systems, it is very hard to define which role the government has to play in these developments, and which are the next steps to take. These issues were addressed in reports produced by the i2010 Intelligent Car Initiative and the CVIS project. Their state of the art overview revealed that until now, no country has successfully deployed a fully operational ITS system yet. Seven EU countries are the furthest and are already in the deployment phase: Sweden, Germany, the Netherlands, the United Kingdom, Finland, Spain and France. These countries are trailed by eight countries which are in the promotion phase: Denmark, Greece, Italy, Austria, Belgium, Norway, the Czech Republic and Poland. Finally, the last ten countries find themselves in the start-up phase: Estonia, Lithuania, Latvia, Slovenia, Slovakia, Hungary, Portugal, Switzerland, Ireland and Luxembourg.

These European reports produced by the i2010 Intelligent Car Initiative and the CVIS project have defined a few policy recommendations which are very relevant for the Belgian and Flemish government. The most important recommendations for the Flemish government are:

- *Support awareness:* research revealed that civilians consider ITS applications useful, but they are not really willing to pay for this technology. Therefore, it is important to convince the general public of the usefulness and the importance of ITS systems.
- *Fill the gaps:* Belgium is situated in the promotion phase. This means that it should focus at identifying the missing stakeholders, and coordinating national and regional ITS activities. Here it is important that the research activities are coordinated in a national and international context to allow transfer of knowledge from one study to the next, as well as the results to be comparable.
- *Develop a vision:* in the scope of ITS systems policies have to be defined regarding a large number of issues. For instance there is the question if ITS users should be educated, meaning that the use of ITS systems should be the subject of the drivers license exam. How will the regulations be for the technical inspection of vehicles equipped with ITS technology? Will ITS systems be deployed on a voluntary base, or will they e.g. be obliged in every new car? Will the services be offered by private companies, by the public authorities, or by a combination of them? Which technology will be used to implement ITS systems? These are just a few of the many questions where the government will have to develop a point of view for.

- *Policy coordination:* ITS systems are a policy subject on an international, national and regional level. It is very important that these policy organizations can collaborate in a coordinated manner.
- *Iterative approach to policy development:* developing policies for this complex matter is not a simple task. This asks for an iterative approach, where policy decisions are continuously refined and adjusted.

Inhoudsopgave

1.	INLEIDING	13
2.	AUTONOME SYSTEMEN.....	15
2.1	Korte schets van de meest relevante Europese projecten	15
2.1.1	<i>E Safety Forum</i>	15
2.1.2	<i>PReVENT</i> (http://www.prevent-ip.org/)	18
2.2	Evaluatiemethodieken	28
2.2.1	<i>Trace</i>	29
2.2.2	<i>FITS</i>	40
2.2.3	<i>eImpact</i>	50
3.	COOPERATIVE SYSTEMS	57
3.1	Introduction	57
3.2	Applications	57
3.3	International standardization	59
3.3.1	<i>International Telecommunications Union (ITU)</i>	59
3.3.2	<i>Institute for Electrical and Electronics Engineers (IEEE)</i>	60
3.3.3	<i>International Organization for Standardization (ISO)</i>	61
3.3.4	<i>Association of Radio Industries and Businesses (ARIB)</i>	62
3.3.5	<i>European committee for standardization (CEN)</i>	63
3.4	Governmental projects	63
3.4.1	<i>United States</i>	63
3.4.2	<i>Japan</i>	64
3.4.3	<i>Europe</i>	65
3.5	Industrial organizations	74
3.5.1	<i>ERTICO</i>	74
3.5.2	<i>Car 2 car communication consortium</i>	75
3.5.3	<i>Flandersdrive</i>	76
3.5.4	<i>Telematics cluster</i>	76
3.5.5	<i>innovITS</i>	77
3.6	Technologies	78
3.6.1	<i>WAVE (IEEE 802.11p)</i>	78
3.6.2	<i>GSM/GPRS</i>	81
3.6.3	<i>UMTS</i>	81
3.6.4	<i>WiMAX (IEEE 802.16e)</i>	82
3.6.5	<i>MBWA (IEEE 802.20)</i>	83
3.6.6	<i>RDS</i>	84
3.6.7	<i>DAB / DMB</i>	85

3.6.8	<i>DVB-H</i>	86
3.6.9	<i>Conclusion on wireless technologies</i>	86
3.7	Policy information	87
4.	CONCLUSIE	91
5.	LITERATUURLIJST	93
6.	BIJLAGEN	100
7.	LIJST VAN FIGUREN	106
8.	LIJST VAN TABELLEN	107
9.	EINDNOTEN	108

1. INLEIDING

Dit rapport bespreekt Intelligente Transport Systemen (ITS). Deze generieke term wordt gebruikt voor een uitgebreid gamma aan informatie-, controle- en elektronische technologie die kan geïntegreerd worden in de weginfrastructuur en de voertuigen zelf, met als doel het redden van levens en het besparen van tijd en geld door het opvolgen en beheren van verkeersstromen, het verminderen van congestie, het vermijden van ongevallen, enz. Omdat dit rapport onderdeel uitmaakt van het Steunpunt Mobiliteit en Openbare Werken, Spoor Verkeersveiligheid richt deze bespreking van ITS systemen zich vooral op alle aspecten die te maken hebben met verkeersveiligheid.

Binnen de brede waaier van ITS systemen kunnen twee verschillende categorieën worden opgetekend: autonome systemen en coöperatieve systemen. Autonome systemen zijn alle vormen van ITS die eerder op zichzelf staan, en niet afhankelijk zijn van een samenwerking met andere voertuigen of ondersteunende infrastructuur. Voorbeeldtoepassingen zijn blinde hoek detectie d.m.v. radar, elektronische stabiliteitscontrole, dynamisch verkeersmanagement d.m.v. variabele verkeersborden, emergency call, ... Coöperatieve systemen zijn ITS systemen waarbij communicatie en samenwerking, zowel tussen voertuigen onderling als tussen voertuigen en ondersteunende infrastructuur, aan de basis liggen. Voorbeeldtoepassingen zijn het waarschuwen van voertuigen die de staart van een file naderen, het uitwisselen van gegevens over gevaarlijke wegomstandigheden, extended electronic parkeerlicht (An electric brake control circuit is responsive to an activation signal and a vehicle deceleration signal for generating a brake control signal representing a predetermined amount of braking), ...

De vele ITS toepassingen duiden aan dat er zowel van de overheid, de academische wereld als van de industrie hoge verwachtingen zijn naar de toepassingsmogelijkheden van beide categorieën. De uitvoerige bespreking van elk van hen vormt dan ook de kern van dit rapport.

Het gedeelte van het rapport dat betrekking heeft tot de autonome systemen behandelt twee aspecten:

1. Schets van Europese projecten gerelateerd aan mobiliteit en in het bijzonder aan verkeersveiligheid
2. Schets van evaluatiemethodieken van ITS-toepassingen.

Het gedeelte van het rapport dat de coöperatieve systemen geeft een overzicht van de volgende punten:

1. Mogelijke applicaties
2. Standaardisatie activiteiten
3. Overheidsgedreven ITS onderzoeksprojecten
4. Industriële ITS organisaties
5. Draadloze technologieën
6. Beleidsinformatie

De lezer zal merken dat het gedeelte met betrekking tot autonome systemen geschreven is in het Nederlands, terwijl de tekst over coöperatieve systemen in het Engels is

geschreven. De reden hiervoor is te vinden in het feit dat de verantwoordelijke organisatie voor dit document, het Instituut voor Duurzame Mobiliteit van de Universiteit Gent, een overkoepelend orgaan is dat een aantal verschillende onderzoeksgroepen, elk met hun expertise, samenbrengt binnen het thema van duurzame mobiliteit. In de praktijk werden de twee delen dan ook door twee verschillende onderzoeksgroepen geschreven, waarbij de ene een uitgebreide expertise bezit met betrekking tot autonome systemen, en de andere met betrekking tot coöperatieve systemen. In het kader van het later hergebruiken van de voor dit rapport geschreven teksten, had de ene groep een voorkeur voor het Nederlands, en de ander voor het Engels. Deze problematiek werd op voorhand binnen het steunpunt afgetoetst, en het besluit was dat er geen enkel bezwaar is tegen het indienen van een rapport dat tweetalig werd opgesteld. Daarom werd besloten om elke onderzoeksgroep in zijn voorkeurstaal te laten schrijven.

2. AUTONOME SYSTEMEN

2.1 Korte schets van de meest relevante Europese projecten

2.1.1 E Safety Forum

In dit rapport wordt vertrokken van wat binnen eSafety Forum als verkeersveiligheid gerelateerde domeinen wordt aangeduid. Het eSafety Forum is een belangrijke speler binnen het Europese verkeersveiligheidsprogramma. eSafety is een samenwerking van publieke en private leden die 150 stakeholders op het vlak van verkeersveiligheid groeperen. Deze benadering is ingegeven omdat vanuit een indeling verkeersveiligheid specifieke ITS-toepassingen en –architecturen worden aangeduid.

Er zijn binnen eSafety 13 werkgroepen actief:

- Accident Causation Analysis
- Communications
- Digital Maps
- Emergency Call (eCall)
- Heavy Duty Vehicles
- Human-Machine Interaction (HMI)
- ICT for Clean and Efficient Mobility
- Implementation Road Map
- International Cooperation
- Real-time Traffic and Travel Information (RTTI)
- Research and Development
- eSecurity
- Service-oriented Architectures

Daarnaast is er nog een werkgroep die specifiek aan draagvlakversterking (users outreach) werkt.

Het is opvallend –dit geldt voor de verschillende werkgroepen van eSafety- dat er een sterk overwicht is van de voertuigsector.

Dit valt erg sterk op in de werkgroep waar naar de oorzaak van ongevallen wordt gepeild. Dit gebeurt op een quasi klassieke diagnostieke wijze:

- weginfrastructuur,
- menselijk handelen,
- ongevaltypes (kruispunten, verlaten van de weg, voetgangersovergangen, veranderen van wegvak)
- soorten weggebruikers,
- voertuigveiligheid,
- ongevallen met specifieke weggebruikers (bestelwagens, motors, ...)

- risicofactoren (weersomstandigheden, snelheid, wegenwerken, ...)

Het is echter opvallend dat vanuit deze benadering snelheid en dronkenschap worden ondergebracht bij 'menselijke gedragingen' of bij 'risicofactoren'. Hoewel snelheid zowel te maken heeft met het voertuig, de mens als met infrastructuur komt snelheid in deze indeling vooral tot uiting in risicofactoren en in mindere mate bij menselijke factoren (falen en overtredingen).

Bij deze indeling worden specifieke accenten gelegd waardoor bepaalde verkeersveiligheidsbenaderingen minder uitgesproken aan bod komen. Bij de verschillende onderdelen en de bespreking zal dit worden aangeduid.

Vooraf de werkgroep "Accident Causation Analysis" wordt hier behandeld omdat de verschillende onderdelen van de andere werkgroepen een specifieke uitwerking hebben gekregen in ondermeer PReVENT.

Het doel van de werkgroep "Accident Causation Analysis" is voornamelijk het potentieel te analyseren van bestaande Europese ongevallendatabases om een verklarende bijdrage tot het ongeval te leveren. Tevens wordt bekeken waar er nog ontbrekende schakels zijn die de oorzaken van ongevallen beter in beeld kunnen brengen.

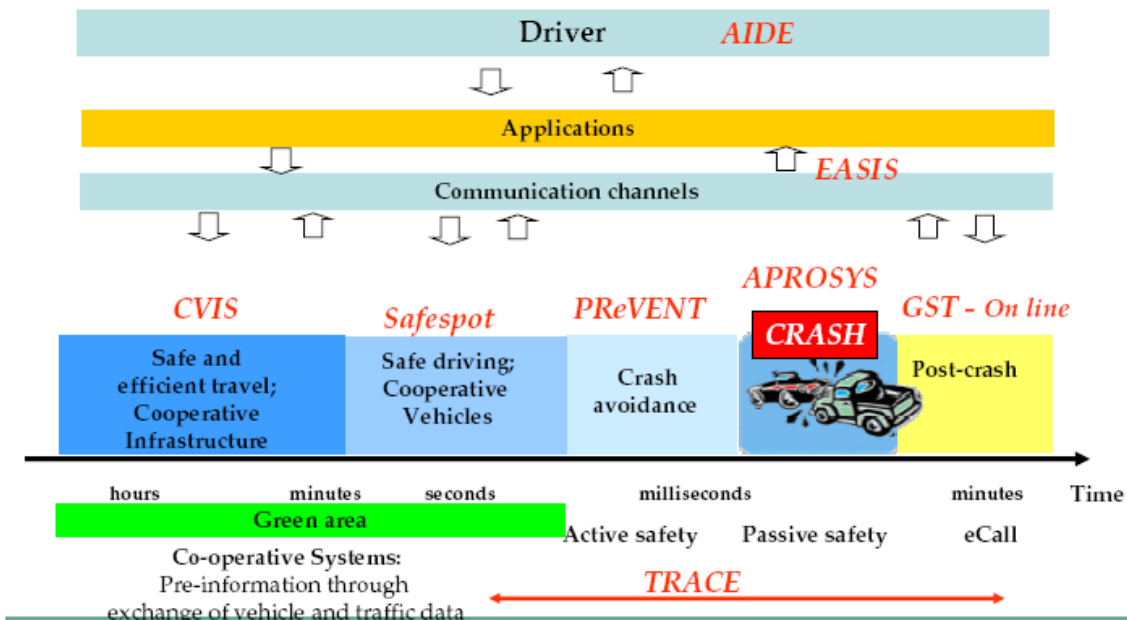
In onderstaande afbeelding (José Manuel Barrios) worden de verschillende projecten rond geïntegreerde veiligheid gegeven. Deze afbeelding geeft een goede analyse van bepaalde verkeersmaatregelen en hoe dit in Europese projecten wordt ingevuld. Deze indeling is verre van volledig maar kan een goed inzicht verschaffen in Europees onderzoek in relatie tot verkeersveiligheid.

Vermits het Europese project PReVENT binnen SASPENCE heeft geleid tot testen van de ITS-systemen in werkelijke wegsituaties, lijkt het voor de hand te liggen dat in dit rapportonderdeel hierop wordt gefocust.

Deze ITS-toepassingen hebben ook de meest relevante toepassingen naar verkeersveiligheid.



BackGround : Integrated Safety



Figuur 1: Uit presentatie José Manuel Barrios (Applus + IDIADA TRACE consortium)

Ter volledigheid kan men aanduiden dat de eSafety werkgroep de nadruk legt op volgende IVSS (Intelligent Vehicle Safety Systems):

- ESC (Electronic Stability control)
- Adaptive headlights
- Obstacle and collision warning
- Blind spot monitoring
- Lane departure warning
- Dynamic traffic management and Local Danger Warnings ((Variable Message Signs)
- eCall (Emergency call)
- Extended environmental information (Extended Floating Car Data)
- Real-time Traffic Information (RTTI)
- Speed Alert

Andere veiligheidselementen die niet in deze lijst werden opgenomen –alcohol (inter)lock, ABS, automatic Speed enforcement en Seat belt reminder- zijn minder directe ITS-toepassingen maar kunnen wel in dit verband worden vermeld.

Voor meer gedetailleerde uitleg kan men terecht op de website: <http://www.esafety-effects-database.org/applications.html>

2.1.2 PReVENT (<http://www.prevent-ip.org/>)

Veel van de ITS-toepassing in de voertuigomgeving werden in het Europese project Prevent onderzocht.

Dit belangrijke ITS-project vat de verschillende mogelijke ontwikkelingen samen in een aantal subprojecten:

1. HORIZONTAL ACTIVITIES:
 - RESPONSE 3,
 - MAPS&ADAS,
 - ProFusion1,
 - ProFusion2,
 - INSAFES,
 - PReVAL,
 - IP Exhibition (Versailles september 2007)
2. SAFE SPEED AND SAFE FOLLOWING
 - SASPENCE
 - WILLWARN
3. LATERAL SUPPORT
 - SAFELANE
 - LATERAL SAFE
4. INTERSECTION SAFETY
 - INTERSAFE
5. VULNERABLE ROAD USERS & COLLISION MITIGATION
 - APALACI
 - COMPOSE
 - UseRCams

Bij de bespreking van deze projecten moet steeds voor ogen gehouden worden dat een aantal –niet duidelijk terug te vinden- afspraken werden gemaakt die niet altijd een onafhankelijke beoordeling mogelijk maken.

Zo is het opvallend dat voor de meeste van deze systemen wordt gepleit voor een louter waarschuwend systeem. Dit alles is te verklaren door de invloed die sommige actoren in dit project hebben gespeeld.

Het gekende vertrekpunt van de autoconstructeurs "elke bestuurder moet op elk ogenblik meester blijven van het voertuig" wordt bijna tot in het absurde aangehouden. In een aantal gevallen is deze instelling zelfs nefast voor het functionele effect van de maatregel op de verkeersveiligheid. Wat is men met een waarschuwend signaal indien de bestuurder kan oordelen of hij het aanvaardt of niet. Dit geldt niet alleen voor verkeersveiligheidssystemen naar voetgangers en fietsers maar even goed voor systemen die de veiligheid van voertuigbestuurder of passagiers kunnen verzekeren.

Opvallend is wel dat af en toe hier van wordt afgeweken; dit heeft te maken met het feit dat het doel van de maatregel geen enkel effect zou hebben indien de bestuurder de keuze heeft om hem in- of uit te schakelen. Als voorbeeld geldt het automatisch remmen

voor een obstakel of een zwakke weggebruiker, wanneer juist het doel van de ITS-toepassing is om dit ongeval te vermijden; de auto of vrachtwagen gaat automatisch in de remmen zonder dat de bestuurder dit kan sturen. Waarom een dergelijke opstelling – van het al dan niet automatisch, zonder interventie van de bestuurder in werking treden van deze ITS-technieken - niet aanwezig is bij Speed management of verkeerslichten-nadering of verkeersgedrag op kruispunten, is moeilijk verklaarbaar vanuit efficiëntie of nuttigheid. Immers indien men in deze gevallen kan kiezen om het systeem vrijwillig in te schakelen, is het nut betwifelbaar: wat nut heeft het om bij het naderen van een verkeerslicht het systeem dat een aangepaste en veilige snelheid voor het voertuig aanbeveelt, pas af en toe in werking te stellen. De waarschuwing of het begeleiden van het veilige rijgedrag komt niet of te laat.

Hoewel de in ADAS ¹ gehanteerde matrix een onderscheid maakt tussen de systemen die ingebouwd zijn -louter informerende systemen, waarschuwende systemen en ondersteunende systemen- kan men bij de uitwerking van verschillende subsystemen merken dat onder in-built-systemen slechts een beperkt aantal elementen zijn opgenomen. Als illustratie kan men de voorbeelden in de tweede rij ('Example') van onderstaande kolom nemen.

FUNCTION ISSUE	In-built	Informing	Warning	Assisting
Example	ABS ASC Collision mitigation	Route guidance Mobile phone	LDWS ISA Advisory	ACC
Focus	Vehicle stability	Information to the driver	Warning the driver	Aspects of longitudinal and lateral control
<u>Driver's locus of control</u>	None	Full	Depends	Overrideable
System supplier	OEM	OEM aftermarket Nomadic	OEM aftermarket	OEM
<u>Safety issue</u>	Technical	Distraction	Understandability	Controllability
Typical human interface	None (or via existing controls)	Screen + Audio	Buzzer, Symbol	Button Small display Existing controls

Figure 1: ADAS Function matrix

Tabel 2: ADAS Function matrix

Isa wordt enkel bij 'warning' vermeld terwijl de ISA-toepassing verschillende niveaus gaande van open (informatief, waarschuwend), naar half-open (ondersteunend) en gesloten (geen overruling mogelijk) kan bestrijken.

Het Zweedse ISA-systeem van de firma IMITA biedt de technische mogelijkheid om van een half-open naar een gesloten systeem te gaan: men kan bv. het systeem half-open houden tot het bereiken van een snelheid die X % hoger is dan de maximum toegelaten snelheid, om het dan –bij het bereiken van de maximale snelheid + X %- gesloten te maken. Dit geeft aan dat men hier (ISA-systemen) uitdrukkelijk kiest voor een louter

informatief systeem en de andere technisch volkomen toepasbare mogelijkheden –half-open of gesloten- niet wenst.

In het rapport “European Road Safety Action Programme. Halving the number of road accident victims in the European Union by 2010: A shared responsibility”² wordt gesteld dat binnen de lange termijn projecten naar verkeersveiligheid voorrang moet gegeven worden aan die systemen die beste resultaten naar verkeersveiligheid kunnen halen.

Speed management gericht op het voertuig biedt daartoe de beste resultaten zowel naar verkeersveiligheid, congestie als vermindering van broeikasgassen.³

Bij deze systemen wordt ISA (Intelligent Speed Adaptation), collision alert devices, lane keeping, ACC (Adaptive Cruise Control) en intersection detection devices, vermeld.

Indien men de bemerking –dat dit onderzoek vertrekt van een aantal premissen waaronder “de bestuurder moet steeds meester van het voertuig blijven”- voor ogen houdt, biedt het Europese project –PReVENT- een overzicht van technisch haalbare ITS-systemen die verkeersveiligheid kunnen bevorderen.

Om aan te duiden dat systemen die ondersteunen en al dan niet op een actieve ingrijpen in het rijgedrag, een belangrijk effect hebben op verkeersveiligheid kan verwezen worden naar het rapport van de OECD-2003. In het rapport van OECD “Road Safety: Impact of new technologies”⁴ worden de verschillende ITS toepassingen geëvalueerd naar hun effecten op de verkeersveiligheid.

In de onderstaande tabel (table 4.4. Estimated injury and fatality reductions from various technologies.) worden de bekende –via onderzoeken- effecten van ITS-maatregelen in een aantal beleidsterreinen aangeduid.

Zoals uit vele studies –zie ook vermeldingen in dit rapport- is de grootste winst in verkeersveiligheid te halen in maatregelen gerelateerd aan snelheid.

Table 4.4. Estimated injury and fatality reductions from various technologies

Technology	Percentage injury reductions	Percentage fatality reductions	Maximum reduction reported
Weather monitoring	1.1	2	30 to 40% of all related crashes
Automated enforcement	8.3	4.4	50% of all related crashes
Ramp metering	2.8	2.3	2.8%
Collision avoidance (intersection, rear end, etc.)	13.8	10.3	17% overall and 50 to 80% for rear end CAS
Intelligent speed/ cruise control	1.4	0.7	5.9% of all crashes
Intelligent speed adaptation	15	18	Mandatory – 59% of fatal crashes

Tabel 2: Estimated injury and fatality reductionist from various technologies

Bij de implementatie van de verschillende ITS-technieken wordt steeds gediscuteerd over de rol van enerzijds de overheid en anderzijds de private sector ⁵.

Deze discussie verandert nogal van accent. Terwijl een tiental jaar geleden men dacht dat de sturing volledig van de overheid moest komen, werd deze rol wat gespreid over overheid en bedrijfsleven.

Deze evolutie heeft nog steeds geen duidelijkheid gebracht over de juiste rolverdeling tussen deze twee partners.

Binnen het Saspence (<http://www.prevent-saspence.org/>) wordt een mogelijk interessante bevraging van verschillende Europese lidstaten door TRL (Transport Research Laboratory UK) uitgevoerd.

Er wordt een Code van de goede praktijk voor HMI (voor in-vehicle information and communication systems) opgesteld waarbij de rol tussen voertuigindustrie en het beleid werd bepaald. Deze CoP (code voor de goede praktijk) wordt in figuur 2 voorgesteld:

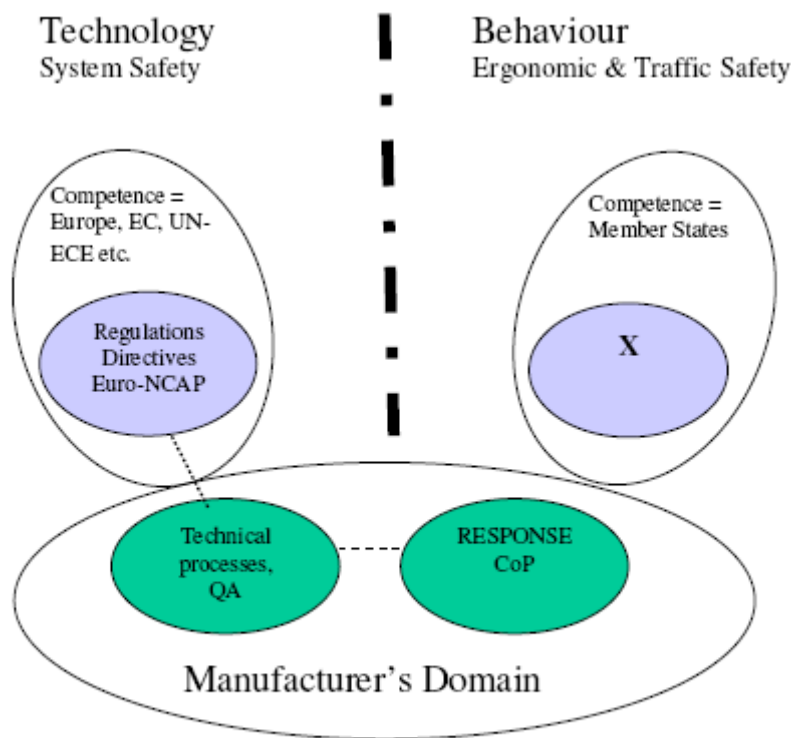


Figure 2: System Diagram

Figuur 2: System Diagram

De CoP wil een link leggen tussen onderzoek en ontwikkelingsactiviteiten in ADAS (Advanced driver assistance systems). De autoconstructeurs willen dat de CoP de positie X in het diagram zou vervullen terwijl de Europese lidstaten dit als eerder een taak voor de autoconstructeurs beschouwen.

Om deze afbakening scherper te stellen, voert het TRL deze bevraging uit bij negen Europese staten. De resultaten van deze bevraging zijn nog niet beschikbaar maar kunnen een belangrijke aanduiding verschaffen over hoe, wanneer en voor welke onderdelen de sturing van de overheid gewenst is. Men kan immers verwachten dat

louter vertrouwen op de werking van het markmechanisme niet voldoende resultaat zal hebben in het ontwikkelen van bepaalde ITS-toepassingen. In de geciteerde vertrekbasis van vooral de automobielsector (de bestuurder moet permanent meester blijven over het voertuig) kan men al een aantal technieken aanduiden die niet door de 'markt' zullen worden ondersteund of waarvan de toepassing een specifieke invulling zal krijgen.

Dit kan geïllustreerd worden met een aantal voorbeelden :

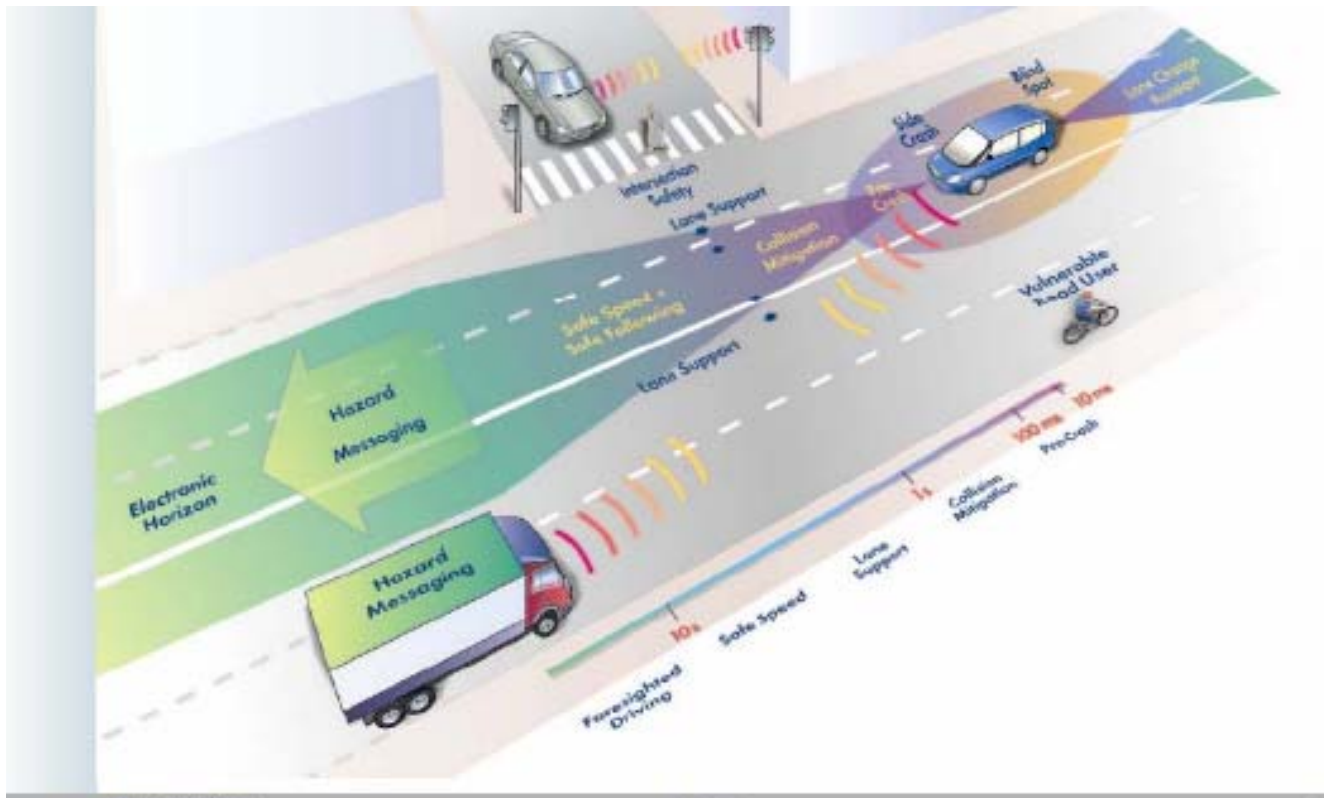
1. Indien een aantal ITS-toepassingen louter informatief blijven of kunnen in- en uitgeschakeld worden, dan staat steeds het nut van het systeem voor een belangrijk deel ter discussie.
2. Lane keeping systems. Indien Lane keeping een voldoende garantie voor werking kan bieden en zijn nut voor het voorkomen van ongevallen heeft bewezen, lijkt het dan nuttig om de bestuurder te laten beslissen om dit systeem al dan niet te gebruiken ?
3. Idem dito voor ACC; indien de problemen met invoegend verkeer, bochtstralen, interferenties, ..., kunnen vermeden worden, wat zou er dan tegen zijn om een dergelijk systeem verplicht te stellen voor alle of sommige voertuigcategorieën ?
4. Een ander voorbeeld kan dit vermoedelijk nog sterker illustreren: indien via infrarood detectie men de aanwezigheid van een voetganger/fietser tijdig zou kunnen vaststellen en het voertuig veilig -zowel naar de auto-inzittenden als naar de andere weggebruikers- kan laten reageren, dan zou het pas onaanvaardbaar zijn om de bestuurder hierover te laten beslissen.

Hiermee wordt kort aangegeven dat het spanningsveld tussen de "vrijheid van de bestuurder" en de effecten naar de verkeersveiligheid, een taak is die de overheid permanent zal moeten bewaken.

In de nabije periode –waarin deze toepassingen steeds geperfectioneerder en betrouwbaarder worden- zal dit een belangrijke overheidstaak worden. De voorbereiding van deze taakinvulling moet dringend worden opgebouwd.

In vele gevallen bieden de OESO en de CEMT wel een belangrijke opstap naar deze expertise opbouw.

In onderstaande figuur (bron PreVent) worden op een nogal aanschouwelijke manier de verschillende, mogelijke toepassingen van sensoren/ITS-toepassingen binnen de verkeersveiligheid weergegeven.



Figuur 3: toepassingen van sensoren/ITS-toepassingen binnen de verkeersveiligheid (bron PreVent)

Binnen het Europese project IP Prevent zijn deze verschillende toepassingen verdeeld over verschillende onderdelen en verschillende toepassingen.

In de subprojecten rond Safe speed and Safe following, Lateral Support, Intersection Safety, Vulnerable Road Users & Collision Mitigation worden deze verschillende deelaspecten onderzocht.

Als voorbeeld kan Lateral Support worden gegeven; Lateral Support wordt specifiek onderzocht in Safelane en Lateral Safe. Daartoe worden zowel de elementen uit Profusion (Sensors en Sensors Data Fusion), Maps en ADAS, de functionele integratie (INSAFES) en de Impact Assesment (CoP in Response 3) gebruikt. Deze projecten worden hierna kort besproken.

a. SAFE SPEED AND SAFE FOLLOWING

Binnen dit functionele onderdeel zijn er twee deelonderzoeken: SASPENCE en WILLWARN.

Beide onderzoeken hebben betrekking op technieken die de bestuurder kunnen ondersteunen zodat ofwel de juiste snelheid of een veilige afstand met een ander voertuig kan worden verzekerd.

- SASPENCE

De bedoeling van SASPENCE is om de aangepaste snelheid aan de bestuurder door te geven en op deze wijze veilig verkeer mogelijk te maken. De bedoeling is om via een goedkope technische oplossing dit type van ITS-toepassingen op korte termijn implementeerbaar te maken in voertuigen.

In dit onderzoek wordt onderzocht hoe zowel de informatieve ISA als het actieve pedaal (IMITA en toegepast in het proefproject Gent) verder kan verbeteren. Daartoe wordt getracht om tot een integratie van gevaarmeldingen (onveilige afstand tot een voorwerp of voertuig en gevaarlijke snelheid op basis van de weggeometrie) te komen. Technische onderdelen hebben betrekking op de precieze lokalisatie van het voertuig, car-to-car communicatie (als basis voor obstakel detectie), opstellen waarschuwende strategieën als vergelijkingsbasis tussen huidige manoeuvres van de bestuurder en de optimale situaties.

- WILLWARN (Wireless Local Danger Warning)

In WILLWARN wordt een detectiesysteem ontwikkeld dat de bestuurder tijdig waarschuwt voor het gevaar op problematische verkeerssituaties c.q. -conflicten die buiten het gezichtsveld van de bestuurder liggen.

Op technisch vlak betekent dit het ontwikkelen van een detectiesysteem in het voertuig, waarschuwingssystemen in het voertuig en voertuig-voertuig communicatie.

Een aantal verschillende scenario's worden bestudeerd:

- detectie en waarschuwing van obstakels op de weg,
- waarschuwen indien het eigen voertuig een obstakel is voor andere weggebruikers,
- verwittigen dat er hulpdiensten of trage voertuigen op de weg zijn,
- detectie van beperkte wegligging of beperkte zichtbaarheid bij slecht weer,
- waarschuwen bij gevaarlijke punten (wegwerkzaamheden)

Ook hier is de verwachting om op relatief korte termijn naar goedkope markttoepassingen te gaan.

b. LATERAL SUPPORT

SAFELANE

De bedoeling van dit deelonderzoek is om een lane keeping systeem op te bouwen dat veilig en betrouwbaar is in een aantal verkeerssituaties. In bijzonder geldt dit voor het onvrijwillig (verstrooidheid, vermoeidheid, ...) verlaten van het rijvak; de

bestuurder wordt ofwel verwittigd of het systeem houdt actief/automatisch het voertuig in het rijvak.

Zowel met vrachtwagens (IVECO, VOLVO) als met personenwagens wordt dit getest.

LATERAL SAFE

Lateral safe wil een aantal verkeersveiligheidstoepassingen ontwikkelen die de verkeersveiligheid met betrekking tot ongevallen –zijdelings of achterkant- kan verhogen.

Een multi-sensor (270° veld) scant het veld rond het voertuig, analyseert en activeert de veiligheidsmaatregelen.

Toepassingen richten zich naar:

- Monotoring van het voertuig (zijdelings en achterkant)
- Assisteren van voertuigbewegingen bij het veranderen van rijvak
- Waarschuwen bij een kans op zijdelingse ongevallen

c. INTERSECTION SAFETY

INTERSAFE

In dit onderdeel van PReVent worden ITS-technieken ontwikkeld die de bestuurder waarschuwen en/of ondersteunen op kruispunten (zie in bijlage de distributie van ongevallen op kruispunten op basis van data van Frankrijk en Duitsland: “figure 2-3: Distribution of common accident situations”).

Daartoe wordt een systeem ontwikkeld dat de bestuurder helpt bij manoeuvres op een kruispunt; dit gebeurt via een precieze lokalisatie van het voertuig, veronderstelde gewenste rijrichting, bewegingen van andere weggebruikers en via een communicatie met verkeerslichten.

Veiligheidssystemen om dit te bereiken moeten beschikken over sensoren, communicatie met de infrastructuur, communicatie voertuig-infrastructuur en systemen in het voertuig die de bestuurder bij die taken ondersteunen.

Meer specifiek kan dit betrekking hebben op sensoren die wegmarkeringen lokaliseren en op deze wijze het voertuig situeren of die specifieke aanduidingen ter hoogte van het kruispunt bevatten, waardoor een bijkomende, preciezere situering kan worden bekomen.

In het bijzonder focust men met deze ITS-technieken op twee ongevaltypes: botsingen met tegemoetkomend verkeer als gevolg van links afslaan op het kruispunt en botsingen die zich voordoen als gevolg rechts afslaan of het kruispunt oversteken.

Bijkomend werd ook de specifieke toestand voor kruispunten met verkeerslichten onderzocht.

Dit onderdeel wordt verder in dit rapport uitgebreider toegelicht omdat bepaalde technieken die hier worden behandeld in de taak 4.1 (2008) verder zullen worden onderzocht.

De belangrijkste resultaten van dit projectonderdeel zijn zowel demonstraties in 'real road conditions' als in simulatoren.

→ VW Phaeton and BMW 5 serie: demonstratievoertuigen

Het VW Phaeton demonstratievoertuig is uitgerust met Laserscanners (2), een video camera en communicatiesystemen. De bestuurder wordt via HMI, visueel en auditief geattendeerd op kritieke situaties.

Het BMW demonstratievoertuig was uitgerust met D-GPS en communicatie systemen; ook hier wordt via HMI de bestuurder visueel en auditief gewaarschuwd. Het BMW demonstratievoertuig nadert een Verkeers Regel Installatie (VRI) en afhankelijk van de snelheid van het voertuig en de afstand tot het kruispunt wordt de bestuurder als volgt ondersteund:

- Bij rood licht of wanneer het licht rood zou zijn als de bestuurder het kruispunt oprijdt, wordt de bestuurder auditief en via een display (zie figure 5-5: HMI graphics in head-up and navigation display) gewaarschuwd dat hij moet stoppen.
- Indien het verkeerslicht groen is, zal de bestuurder geïnformeerd worden dat hij met de aangewezen (of huidige ?) snelheid kan verder rijden.

Het systeem werkt

- via sensoren,
- wegmarkeringen en puntaanduidingen voor een meer gedetailleerde lokalisatie op het kruispunt,
- detectie, rangschikken en bewegingsvoorspelling van alle voorwerpen op het kruispunt
- communicatie met de verkeerslichten
- kwalitatieve, gedetailleerde kaartinformatie

In de linkse foto van de figuur 4 wordt in de wagen aangeduid welke snelheid aangewezen is om het kruispunt te naderen. In het testvoertuig in Versailles was dit licht aangepast maar in beide gevallen kon men niet alleen interpreteren wat de aangewezen snelheid is om het kruispunt veilig te naderen (bv. trager rijden en stoppen) maar kon men evengoed dit begrijpen als de boodschap "even sneller rijden (wel sneller dan wettelijk toegelaten)" en dan kan het voertuig nog door groen (of oranje).

Het hoeft nauwelijks aangeduid dat op deze wijze het gevaarlijke snelheidsgedrag ter hoogte van verkeerslichten niet wordt voorkomen maar eerder wordt ondersteund.

Grosso modo heeft dit te maken met het feit dat de bestuurder over informatie beschikt waardoor door aangepast (wettelijk) snelheidsgedrag, het

kruispunt/verkeerslicht wel kan gepasseerd worden (zonder "rood rijden"). Daarmee is de veiligheid ter hoogte van kruispunten niet sterk gebaat.

De vraag stelt zich of de dataoverdracht van het verkeerslicht naar het voertuig niet moet gericht zijn op het bereiken van een snelheidsvermindering eerder dan een kans op een verhogen van de snelheid.

Dit voorbeeld toont duidelijk aan dat de overheid de nodige accenten zal moeten leggen opdat deze toepassing haar doel –verhogen verkeersveiligheid- niet voorbijschiet. In dit voorbeeld bestaat de mogelijkheid dat de overheid de controle houdt op het realiseren van deze doelstelling. De communicatie met het verkeerslicht is essentieel voor deze toepassing wat betekent dat de wegbeheerder er de modaliteiten kan van bepalen.

Voor andere systemen is deze controle iets minder evident en zal vanuit de EU of lidstaten telkens de einddoelstelling moeten worden bepaald. In een aantal gevallen zal dit betekenen dat van het louter vrijwillig karakter zal moeten afgestapt worden en naar een meer automatische toepassing –zonder mogelijkheid van tussenkomst van de bestuurder- moet gestreefd worden. Het is ook mogelijk dat de evolutie van vrijwillig naar automatisch in stappen verloopt; dit kan het geval zijn indien de beïnvloeding van andere voertuigen –niet uitgerust met de ITS-toepassing- van die aard is dat de veiligheid er door kan worden geschaad.



Figure 5-5: HMI graphics in head-up and navigation display.

Figuur 4: HMI graphics in head-up and navigator display

In de VW Phaeton wordt de informatie nog bijkomend ondersteund met info voor links afslaan en over voorrangspositie.

Merk op dat dit gebeurt via een display -toenemende gekleurde blokken- en via een auditief systeem. De visuele informatie is wellicht niet van aard om de rijbelasting te verminderen en kan bijkomend de bestuurder afleiden van de complexe situatie op een kruispunt (bv. voetgangers, fietsers).

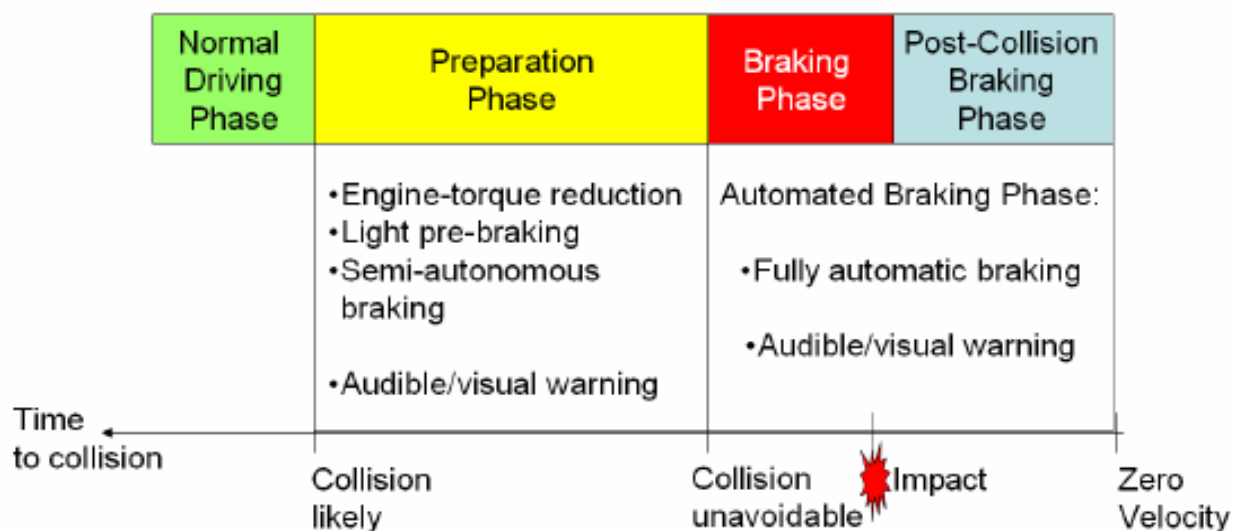
d. VULNERABLE ROAD USERS & COLLISION MITIGATION

De bedoeling van dit onderzoeksdeel is vooral het aantal gewonden en doden te beperken indien een ongeval niet te vermijden is. Men focust dan op de laatste 2-3 seconden voor de aanrijding. Daarbij wordt vooral gemikt op sneller en beter remmen waardoor de impact van het ongeval voor fietsers en voetgangers kan beperkt worden.

APALACI is gebaseerd op het detecteren (0 tot 50 m voor het voertuig) van een mogelijk ongeval enkele ogenblikken voor het (niet meer te vermijden) ongeval werkelijk gebeurt.

COMPOSE focust in het bijzonder op het automatisch en autonoom remmen van vrachtwagens (zie onderstaande figuur) en auto's. Dit vertrekt van de vaststelling dat technische systemen veel sneller kunnen reageren dan bestuurders (ondermeer vaststellen mogelijk conflict, interpretatie/reactie, schrikseconde, ...).

Dit systeem richt zich niet alleen tot het voorkomen van ongevallen met "zwakke weggebruikers" maar kan ook kop-staart-botsingen vermijden of de impact ervan sterk beperken.



Figuur 5: Collision mitigation phases and functionalities implemented in the Volvo research truck

USERCAMS wil een sensortechnologie ontwikkelen waarbij 3D sensor technologie vooral binnen bebouwde kom kan worden aangewend.

De bedoeling is om zowel voor obstakels te waarschuwen als voor zwakke weggebruikers. Dit systeem is specifiek gericht op gebruik binnen de bebouwde kom: de sensoren zijn ingesteld op 20-25 m. Dit betekent dat het systeem maar effectief kan werken in het vermijden van conflicten, indien de snelheid van het voertuig zo is dat een veilige (voor zwakke weggebruiker en voertuigbestuurder/passagiers) stopafstand kan gegarandeerd worden.

2.2 Evaluatiemethodieken

Binnen ITS-systemen is de noodzaak naar evaluatiemethodieken erg groot. Immers uit onderzoek is gebleken dat klassieke evaluatie- en implementatietechnieken niet zomaar bruikbaar zijn voor evaluatie van ITS-technieken⁶.

Dit is des te belangrijker omdat uit deze evaluaties kan opgemaakt worden welke ITS-systemen maatschappelijk belangrijk kunnen zijn maar niet via een klassieke marktwerking voldoende ontwikkeld worden.

Het beleid dat moet vaststellen waar de accenten, de sturing, het vereenvoudigen of versterken van regelgeving moet gebeuren, staat niet voor een eenvoudige taak.

In de loop van de jaren is de belangrijkheid van het overheidsoptreden in ITS-toepassingen nogal sterk gewijzigd. Waar dit in het midden van de jaren '90 nogal sterk overheidssturend werd beschouwd, evolueerde dit meer naar een marktgerichte technologie. Deze evolutie werd dan opnieuw gevolgd door een ommekeer, men kan nu vaststellen dat er een enorme input door de overheid gebeurt in projecten die de implementatie van ITS-toepassingen moeten mogelijk maken. Dit richt zich naar enorme budgettaire inspanningen (zowel in Europa als in de lidstaten) om de competentie en expertise binnen ITS-toepassingen op te bouwen.

Opnieuw tekenen er zich nieuwe tendensen af waarbij een grotere sturing van de overheid naar maatschappelijk wenselijke ontwikkelingen wordt vastgesteld.

Een typisch voorbeeld vormen de enorme (financiële) inspanningen die Europa in de jaren '90 heeft gedaan (in mindere mate VSA) om het voertuigfront voetgangervriendelijker (beperken van de botsimpact met een voetganger en het verhogen van de overlevingskansen) te maken. Deze zware ondersteuning leidden in eerste instantie niet tot frontwijzigingen bij voertuigen; het is pas nadat de wenselijkheid van een regelgeving werd gesuggereerd dat de autoconstructeurs voetgangersvriendelijkere autofronten installeerden.

Vermits de afweging niet alleen Europees gebeurt maar ook in een aantal gevallen kan gebeuren per lidstaat, is het wenselijk dat ook op dit beleidsniveau afwegingskader/methodieken beschikbaar zijn.

Twee evaluatiemethodieken –Trace (een lopend Europees onderzoek) en FITS (Finse ITS-evaluatiemethodiek)- worden toegelicht.

Daarbij wordt ook via eIMPACT (Assessing the Impacts of Intelligent Vehicle Safety Systems) aangeduid dat bij het bepalen van de methodieken er een groot aantal subjectieve elementen kunnen aanwezig zijn. Dit wordt aangetoond met de eerste evaluatie die van Intelligente Vehicle Safety Systems in eIMPACT werd uitgevoerd. Deze eerste evaluatie gebeurde via een workshop waarbij geen enkele bewaking gebeurde naar representativiteit van de deelnemers.

2.2.1 Trace

De analyse van oorzaken van de ongevallen wordt uitgebreid onderzocht in het Europese project TRACE (Traffic Accident Causation in Europe). Momenteel zijn nog maar een beperkt aantal gegevens bekend maar deze geven al een interessant inzicht in de relatie tussen ongevallen en verkeersveiligheidssystemen.

Het TRACE-project wenst de meest belovende technologieën die de bestuurder of elke andere weggebruiker kunnen ondersteunen in normale verkeerssituatie, ongevallen, ..., te onderzoeken.

Op basis van de oorzaken van de ongevallen wenst men vast te stellen in welke mate bestaande of in ontwikkeling zijnde technologieën bijdragen aan een grotere verkeersveiligheid.

Een belangrijke randbemerking die hier moet gemaakt worden, is wel dat de relatie tussen de nieuwe technologie en verkeersveiligheid verstoord wordt door het vertrekpunt dat de bestuurder in alle omstandigheden de volledige autonomie moet hebben om bepaalde technologieën al dan niet te gebruiken. Anders uitgedrukt: **er kunnen geen dwingende systemen in het voertuig worden aangebracht omdat dan de bestuurder niet onafhankelijk kan bepalen wat moet gebeuren.**

Men baseert zich daarbij steeds op de Conventie van Wenen (Internationale overeenkomst inzake het wegverkeer Wenen 8 november 1968 artikel 8⁷ om aan te geven dat bepaalde ITS-toepassingen steeds moeten overruled kunnen worden.

De bestuurder moet zelf vrij kunnen beslissen: "the level of assistance (or, intervention) can also be limited by law- actions that the driver can not override may simply be illegal because they may constitute a violation of the 1968 Vienna Convention on Road Traffic"⁸.

Men gaat hierbij voorbij aan het feit dat heel wat technische voorzieningen in het voertuig deze keuze al moeilijk tot onmogelijk maken; tevens moet men zich afvragen of binnen de huidige workload van de bestuurder geen ondersteuning –in bepaalde gevallen dwingende- noodzakelijk is. Is het voor de doorsnee bestuurder mogelijk om met een voertuig met een enorm vermogen en topsnelheid de controle over het voertuig te houden ?

Deze opmerking is belangrijk omdat dit onderzoek in dit licht moet worden gezien. Dit houdt in dat bepaalde systemen die kunnen instaan voor een vergroting van de verkeersveiligheid niet worden opgenomen hoewel sommige van deze systemen evengoed in een loutere ondersteunende functie kunnen worden beschouwd.

a. Methoden

Vier verschillende methoden werden gebruikt voor de ex ante⁹ evaluatie van verschillende veiligheidssystemen:

- "Target population times efficiency approach"
- "Case-by-case analysis within database"
 - "Case-by-case analysis dedicated software integrated approach"
 - "Case-by-case analysis, dedicated software, modular approach"
- "Analysis of Selected in-dept cases"
- "Arificial Neural Networks"

♦ **Target population times efficiency approach**

Voor Intersection Control, verkeersborden herkenning en wegvallen aandacht bestuurder (niet limitatieve opsomming) is de "target population times efficiency approach" meest bruikbare methode. Deze methode identificeert in eerste instantie alle ongevallen die met het thema verband houden. Op basis daarvan wordt het maximale rendement van elk systeem in relatie tot ongevallen onderzocht

Deze methode beoordeelt de effectiviteit in 2 stappen:

1. Op basis van informatie over alle individuele ongevallen gedurende een bepaalde periode (bijvoorbeeld alle ongevallen gedurende 1 jaar in

Vlaanderen) worden die ongevallen geselecteerd waarop de ITS-toepassing een effect kan hebben. Dit aantal ongevallen vertegenwoordigt dus het absolute maximaal aantal ongevallen dat vermeden kan worden indien de ITS-toepassing al deze ongevallen zou kunnen vermijden.

2. Nadien wordt nagegaan welke ongevallen er zouden kunnen vermeden zijn door het gebruiken van de ITS-toepassing. Dit aantal ongevallen kan bepaald worden door een groep van experts. Dit proces leidt niet tot 'harde' cijfers omdat er specifiek beroep wordt gedaan op de subjectieve mening van personen. Dit kan deels verholpen worden door het gebruik van simulatoren of testen op gesloten circuits.

♦ Automatic case by case analysis

Deze methode is betrouwbaarder omdat ze niet gebaseerd is op subjectieve meningen van een groep van experts. De analyse maakt tweemaal gebruik van alle ongevallen die opgenomen zijn in de database:

1. Tijdens de eerste run door de database wordt gesimuleerd wat er gebeurd is in werkelijkheid, dus zonder de ITS-toepassing
2. Tijdens de tweede run worden opnieuw alle ongevallen gesimuleerd, maar ditmaal met de ITS-toepassing.

Na de tweede run wordt het aantal ongevallen geïdentificeerd die niet meer zouden gebeurd zijn met de ITS-toepassing.

Er bestaan drie verschillende deel-methoden:

- *Case-by-case analysis within database*

Case-by-case analysis within database is het meest bruikbaar voor Brake Assistent en Predictive Assist Braking¹⁰.

In eerste fase wordt gesimuleerd hoe het systeem in werkelijkheid zou werken.

In een volgende fase wordt de werking van systeem gesimuleerd en vergeleken met de simulatie van de werkelijkheid; het verschil wordt als een voordeel beschouwd. In eerste instantie worden de gevolgen van de impact snelheid bij frontale botsingen vastgesteld; hiervoor wordt een logistische regressie gebruikt (zie bijlage).

Op basis van de ongevallen beschikbaar in de databank wordt een mathematische relatie geschat tussen de parameters die beïnvloed wordt door de ITS-toepassing. Bijvoorbeeld voor remkrachtondersteunende systemen (zoals ABS) kan de relatie geschat worden tussen de kans op ernstige letsels bij een ongeval en de impactsnelheid. In de tweede stap wordt gesimuleerd voor elk ongeval hoe de impactsnelheid wijzigt indien ABS aanwezig zou zijn¹¹.

Indien de complexiteit van het systeem dit vereist, kan eerder geopteerd worden voor twee meer aangepaste methodes:

- Case-by-case analysis dedicated software integrated approach
- Case-by-case analysis, dedicated software, modular approach

- *Case-by-case analysis dedicated software integrated approach*

“Case-by case analysis dedicated software integrated approach” is erg geschikt voor Collision Avoidance en Advanced Adaptive Cruise Control. Er wordt gebruik gemaakt van “disaggregate in –depth (GIDAS) data”¹².

Deze methode is vergelijkbaar met de “Case-by-case analysis within database”, maar de grotere complexiteit maakt specifieke simulatiesoftware noodzakelijk.

De grotere complexiteit kan er bijvoorbeeld in bestaan dat niet enkel de parameter impactsnelheid verandert, maar ook de hoek van de botsende voertuigen en het punt waar de botsende voertuigen elkaar raken. Deze verschillen in hoek en punt dienen dan ook mee gesimuleerd te worden bovenop de verandering in impactsnelheid.

- *Case-by-case analysis, dedicated software, modular approach*

(zie figuur 7: Process of operational benefit assessment –TNO)

Voor Collision Avoidance, Advanced Adaptive Cruise Control, Collision Warning, Blind Spot Detection en Intersection Control is “Case-by-case analysis, dedicated software, modular approach” erg bruikbaar.

Het verschil tussen de methode “Case-by-case analysis, dedicated software, modular approach” en “Case-by-case analysis, dedicated software, integrated approach” is beperkt.

Het verschil bestaat erin dat er verschillende simulaties gemaakt worden, die eventueel gekoppeld worden aan elkaar:

- werkelijke ongevaldata,
- gestratificeerde steekproef,
- simulatie van de fase voor de crash en de crash zelf,
- kwetsurencriteria en kosten (drie stappen)
 - ASI¹³
 - AIS
 - MAIS ISS HARM¹⁴

Deze simulaties zijn echter niet ingegeven met het oog op een specifieke ITS-toepassing, maar wel voor ‘generieke ongevalssituaties’.

De aanpak om de effectiviteit nadien te analyseren van een specifieke ITS-toepassing is gelijkaardig aan “Case-by-case analysis, dedicated software, integrated approach”

QuickTime™ en een
-decompressor
zijn vereist om deze afbeelding weer te geven.

Figuur 6: Process of operationele benefit assessment (TNO)

♦ Analysis of Selected in-depth cases

De methode "Analysis of Selected in-depth cases" lijkt het meest bruikbaar voor de evaluatie van Brake Control, Dynamic Suspension and External Airbags. De bruikbaarheid is vooral voor die gevallen waar de interactie van systemen en de bestuurder te complex zijn voor een automatisch doorlopen van een database.

De "Analysis of Selected in-depth cases" is een geschikte techniek niet alleen wanneer de ITS-toepassing zelf zeer complex is maar wanneer de interactie tussen de ITS-toepassing en de bestuurder zeer complex is.

Bij de "Analysis of selected in-depth cases"-benadering worden "what-if" scenario's ontwikkeld op basis van een gedetailleerde analyse van een (beperkt) aantal ongevallen. Er dient echter bijzondere aandacht besteed te worden aan de selectie van de ongevallen: deze mogen niet te eenvoudig zijn en ook niet te vertekend van de gehele groep van ongevallen. In beide gevallen wordt de effectiviteit van de ITS-toepassing waarschijnlijk overschat.

Opnieuw worden simulaties gemaakt van het aan- en afwezig zijn van de ITS-toepassing en worden de baten (vermeden ongevallen of verminderde letselernst) vastgesteld.

♦ Artificial Neural Networks

Het "Artificial Neural Networks" is vooral bruikbaar voor de evaluatie van Predictive Assist Braking, Drowsy Driver Detection System, Dynamic Suspension, Advanced Adaptive Front Light System, Rear Light Brake Force Display, Collision Avoidance and Tyre Pressure Monitoring and Warning.

Het is mogelijk dat er (nog) geen sequentiële processen gekend zijn die het verloop van (types) ongevallen beschrijven. Normale software schiet hier dan te kort, maar artificiële neurale netwerken bieden hiervoor een alternatief.

Neurale netwerken bestaan erin dat een set van inputparameters (type weggebruiker, wegsituatie, risicofactoren,...) in een bepaalde combinatie leiden tot een specifieke output (ernst van de letsels bij een ongeval).

Het is echter a priori onbekend wat deze combinatie is en hoe de relatie is tussen deze parameters. Deze relaties worden als het ware gevormd in een black box. Via een trainingsmethode worden dan op een subset van de data deze relaties gemodelleerd. Toetsing op de overige data (dus niet de voorgaande subset) leert dan welke relaties (en parameters) er bestaan.

Nadien kunnen dan analoge stappen ondernomen worden zoals hierboven beschreven om de effectiviteit van ITS-toepassingen na te gaan.

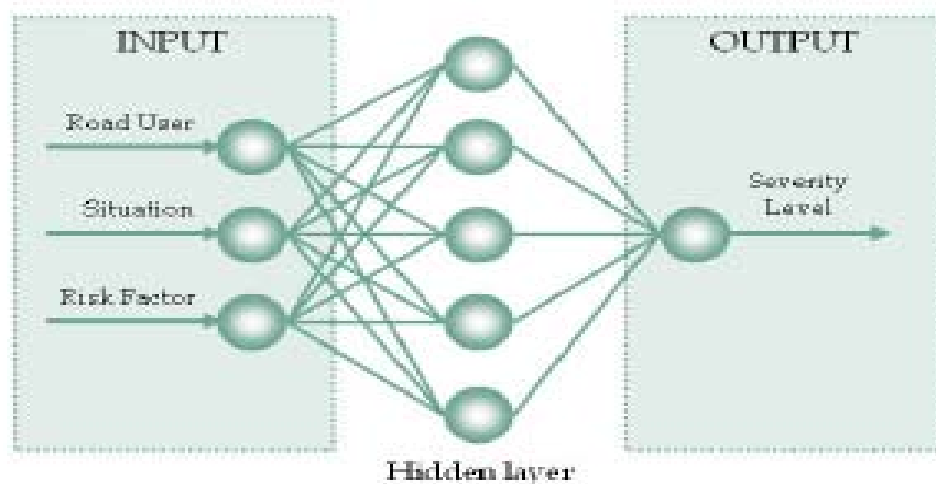


Fig. 2-14: General concept diagram [Image:LMS]

Figuur 7: General concept diagram (LMS)

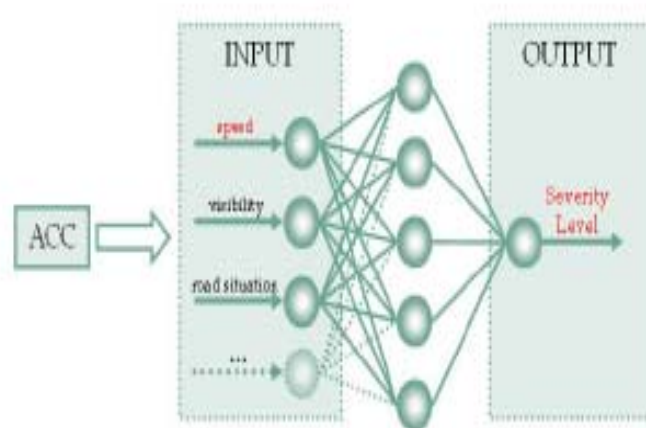


Fig. 2-15: Example of using NN to evaluate the effectiveness of a safety function (e.g. ACC)

[Image LMS]

Figuur 8: Example of using NN to evaluate the effectiveness of a safety functieloon (e.g. ACC)

b. Beoordeling van de effectiviteit van systemen

Om de effectiviteit van systemen te beoordelen, wordt in TRACE eerst een overzicht gemaakt van de behoeften aan veiligheidsfuncties van de bestuurder. Nadien wordt voor elk type systeem geanalyseerd hoe ingespeeld wordt op deze behoeften.

Behoeften van de bestuurder

Binnen het onderzoek TRACE werd een lijst opgesteld van wat de bestuurder nodig heeft aan veiligheidsfuncties. De lijst vertrekt van de nodige menselijke handelingen bij het besturen van een voertuig. Deze behoeften worden opgesplitst in:

- a) Needs in internal diagnosis,
- b) Needs in detection,
- c) Needs in external diagnosis,
- d) Needs in prevision,
- e) Needs in control,
- f) Needs in communication

♦ **Needs in internal diagnosis**

Dit heeft betrekking op de toestand van de bestuurder en het voertuig.

De toestand van de bestuurder wordt afgeleid op basis van de vermoeidheid, alcohol, drugs en medicijnen. Daarbij speelt het afgeleid zijn –gebeurtenissen binnen of buiten de wagen- slechts een rol in de mate dan men gedurende een bepaalde tijd niet kijkt naar de weg.

De toestand van het voertuig slaat vooral op mechanische mankementen die bepalend zijn voor het effectief reageren op een conflict of een noodmanoeuvre: druk banden, schokdempers, remsysteem, ...

♦ **Needs in detection**

Verschillende detectietypes worden aangeduid:

- detectie van weggerelateerde problemen: gevaarlijke bocht, kruispunten zonder voorrangregeling, weersomstandigheden (ijs, mist, slipgevaar, ..)
- detectie van een vast voorwerp: voetganger, voorwerp, dier of voertuig
- detectie van een traag rijdend voertuig
- detectie van invoegende weggebruiker
- detectie van een weggebruiker op kruispunt
- detectie van weggebruiker buiten het (zichtbare) beeld van de bestuurder

♦ **Needs in external diagnosis**

Volgende onderdelen worden aangeduid:

- aanpassing snelheid aan wegomstandigheden (overdreven snelheid in relatie tot weg ontwerp, uit de bocht, een recht stuk weg verlaten, ...) en type van wegennetwerk (bebouwde kom, buiten bebouwde kom, snelwegen.
- herkennen van een trage wegbestuurder
- inschatten van de kans op ongeval met een bestuurder die geen voorrang geeft
- inschatten van de oversteekruimte en tijd bij inhalen

♦ **Needs in prevision**

- voorspellen dat een andere weggebruiker op een kruispunt een manoeuvre opstart of dat hij niet stopt
- voorspellen dat een andere weggebruiker zal stoppen of vertragen
- voorspellen van het manoeuvre van een andere weggebruiker
- voorspellen welk manoeuvre nodig is in functie van de infrastructuur

♦ **Needs in control (voertuig)**

♦ **Needs in communication**

➔ aanwezigheid of intenties kenbaar maken.

c. Effectiviteit van systemen

Nadat de behoeften van de bestuurder zijn gekend, is het nodig om de capaciteit van de verkeersveiligheidssystemen te evalueren.

Eénentwintig systemen werden onderzocht:

1. CBC - Cornering Brake Control
2. BA - Brake Assist
3. PBA - Predictive Assist Braking
4. ACC - Advanced Adaptive Cruise Control
5. CW - Collision Warning
6. CA - Collision Avoidance
7. SAVE-U - Vulnerable Road Users Protection
8. LKA - Lane Keeping Assistant
9. LCA - Lane Changing Assistant
10. BS - Blind Spot Detection
11. ISA - Intelligent Speed Adaptation
12. TSR - Traffic Sign Recognition
13. IC - Intersection Control
14. DDS - Drowsy Driver Detection System
15. AK - Alcolock Keys
16. TPMS - Tyre Pressure Monitoring and Warning
17. ESP - Electronic Stability Program
18. DS - Dynamic Suspension
19. AAFS - Advanced Adaptive Front Light System
20. NV - Night Vision
21. RLBF - Rear Light Brake Force Display

De beoordeling en inschatting van de beperkingen van de veiligheidssystemen gebeurt op basis van algemene parameters (technische geldigheid en betrouwbaarheid, mentale workload, maatschappelijke acceptatie, risicocompensatie), parameters gerelateerd aan ongevalomstandigheden (factoren die leiden tot een onvrijwillig negeren van het ondersteunende systeem¹⁵, factoren die leiden tot een vrijwillig weigeren van het systeem¹⁶, externe elementen die het leiden tot het onefficiënt beoordelen van het systeem¹⁷)).

In het project TRACE werden naast deze 21 systemen nog bijkomen Pedestrian Protect Airbag en Emergency Call (zie figuur: table 4-1: Safety systems and function to be a-priori evaluated in Trace) weerhouden. Deze twee verschillen van de hoger genoemde 21 systemen doordat ze niet als prioritaire veiligheidssystemen kunnen aangeduid worden en ze eerder de gevolgen van een ongevallen proberen te beperken dan te voorkomen.

Naar **evaluatiemethode** worden in TRACE de volgende **conclusies** weerhouden:

- de bedoeling van de analyse van wat de bestuurder aan ondersteunende systemen nodig heeft, is bijdragen aan in-depth analyses van ongevaldata om op deze wijze een bruikbare evaluatie naar het nut van verkeersveiligheidssystemen te kunnen opstellen.
- de analyse van de effectiviteit van de verkeersveiligheidssystemen zal gebeuren op basis van enerzijds de functionele behoeften van de bestuurder en anderzijds de randvoorwaarden waarbinnen deze behoeften kunnen ondersteund worden.

Uit de bovenstaande beschrijving (noden van de bestuurders en contextuele beperkingen) kunnen de onderstaande stappen worden voorzien:

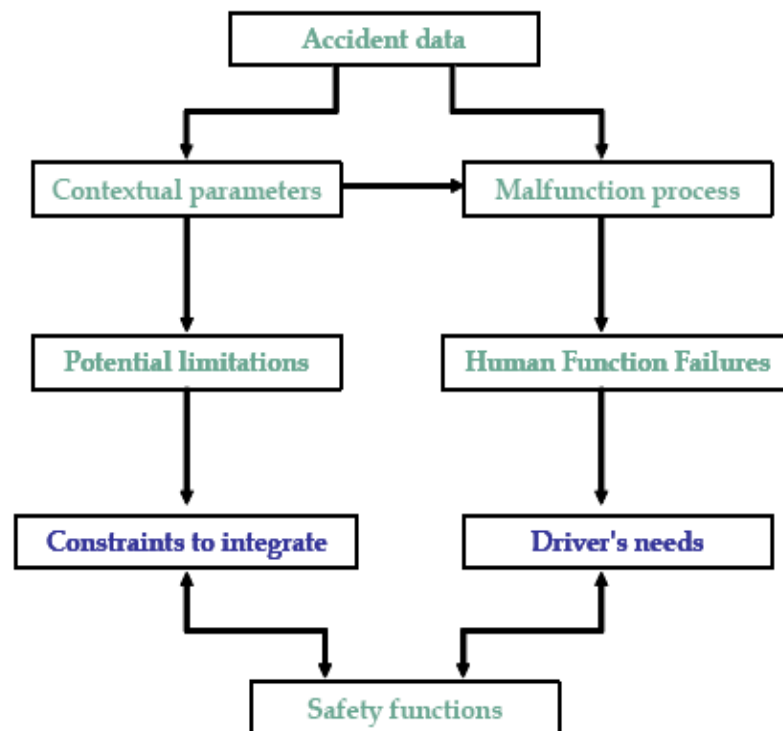


Fig. 3-4: Overall procedure for analysing drivers' needs and contextual constraints

Figuur 9: Overall procedure for analysing drivers' needs and contextuele constraints

In het project TRACE werden uit 160 verschillende systemen die voor evaluatie in aanmerking kwamen, er de volgende systemen -zowel 21 die als prioritaire veiligheidssystemen kunnen aangeduid worden en die de bedoeling hebben om ongevallen ter voorkomen, als één secundaire en één tertiair veiligheidssystemen of -organisatie- geselecteerd:

Safety System	Category	System type	Function
Cornering Brake Control	Passenger Cars	Primary Safety System	Braking Systems
Brake Assist	Passenger Cars	Primary Safety System	Braking Systems
Predictive Assist Braking	Passenger Cars	Primary Safety System	Braking Systems
Advanced Adaptive Cruise Control	Passenger Cars	Primary Safety System	Drive Safe
Collision Warning	Passenger Cars	Primary Safety System	Drive Safe
Collision Avoidance	Passenger Cars	Primary Safety System	Drive Safe
Vulnerable Road Users Protection	Passenger Cars	Primary Safety System	Drive Safe
Lane Keeping Assistant	Passenger Cars	Primary Safety System	Drive Safe
Lane Changing Assistant	Passenger Cars	Primary Safety System	Drive Safe
Blind Spot Detection	Passenger Cars	Primary Safety System	Drive Safe
Intelligent Speed Adaption	Passenger Cars	Primary Safety System	Drive Safe
Traffic Sign Recognition	Passenger Cars	Primary Safety System	Drive Safe
Intersection Control	Passenger Cars	Primary Safety System	Drive Safe
Drowsy Driver Detection System	Passenger Cars	Primary Safety System	Drive Safe
Alcolock Keys	Passenger Cars	Primary Safety System	Drive Safe
Tyre Pressure Monitoring and Warning	Passenger Cars	Primary Safety System	Drive Safe
Electronic Stability Program	Passenger Cars	Primary Safety System	Handling/Kinematics
Dynamic Suspension	Passenger Cars	Primary Safety System	Handling/Kinematics
Advanced Adaptive Front Light System	Passenger Cars	Primary Safety System	Visibility
Night Vision	Passenger Cars	Primary Safety System	Visibility
Rear Light Brake Force Display	Passenger Cars	Primary Safety System	Visibility
Pedestrian Protection Airbag	Passenger Cars	Secondary Safety System	Airbags
Emergency Call	Passenger Cars	Tertiary Safety System	Rescue

Table 4-1: Safety systems and functions to be a-priori evaluated in TRACE

Tabel 3: Safety systems and functions to be a-priori evaluated in TRACE

De evaluatie van deze verschillende systemen zal in de loop van het project verder worden onderzocht. Wanneer deze evaluatie beschikbaar is, zal deze worden gerapporteerd.

2.2.2 FITS

Een andere belangrijke methodiek voor evaluatie van ITS-projecten wordt in het Finse FITS-programma gegeven.

Het rapport *Guidelines for the Evaluation of ITS-projects*¹⁸ bevat de richtlijnen voor de evaluatie van ITS projecten. Hiertoe worden ITS-projecten vergeleken met elkaar en met andere vervoerprojecten; de toetsteen is de effecten en economische haalbaarheid.

De richtlijnen behandelen zowel ex ante als ex post-evaluaties. De richtlijnen stellen een systematische methode voor evaluatie van de projecten voor zodat alle elementen voor besluitvorming worden onderzocht. De richtlijnen zijn gebaseerd op het YHTALI-kader dat in Finland voor projectbeoordeling wordt gebruikt.

De richtlijnen stellen uitgebreide controlelijsten van de mogelijke effecten van ITS-technieken op het vervoersysteem, de gebruikers en alle actoren (logistiekssystemen) voor. Lijsten van indicatoren en de berekeningsmethodes bestrijken zeven verschillende effectcategorieën:

1. vervoer netwerk en de kosten,
2. vloot en de kosten,
3. toegankelijkheid,
4. tijd en voorspelbaarheid,
5. veiligheid
6. lawaai, emissies en energie,
7. waardebeoordeling en comfort.

De economische haalbaarheidsanalyses steunen op een kosten-batenanalyse of een rentabiliteitsberekening. Bovendien worden multicriteria analyses en "verbal assessment" aangewend.

Voor het beoordelen van de haalbaarheid van de implementatie van de projecten, stellen de richtlijnen controlelijsten op het vlak van marktbeoordeling, mens-machine interface analyses, en technologische, technische, financiële, wettelijke en organisatorische aspecten (model van Du Pont¹⁹).

Om het gebruik van de richtlijnen zo gemakkelijk mogelijk te maken, wordt het voorbeeld van bestuurder-ondersteunende ITS-systemen gegeven.

De voorbeeldprojecten behandelen ondermeer volgende thema's:

1. verkeer en monitoring van verkeer op wegsituaties,
2. time management bij het leveren van goederen van havens naar grootwinkels,
3. signaalprioriteiten voor bussen,
4. multimodale route begeleiding.

Als basis framework voor de projectevaluatie wordt het in Pesonen²⁰ ontwikkelde model gebruikt. Dit project evaluatiemodel is ontworpen voor het evalueren van grote, door de Finse regering ontwikkelde en betaalde projecten.

Dit algemeen framework is nuttig voor analyse en het sturen van impact evaluatie op een wijze dat de belangrijkste evaluatiecriteria worden meegerekend.

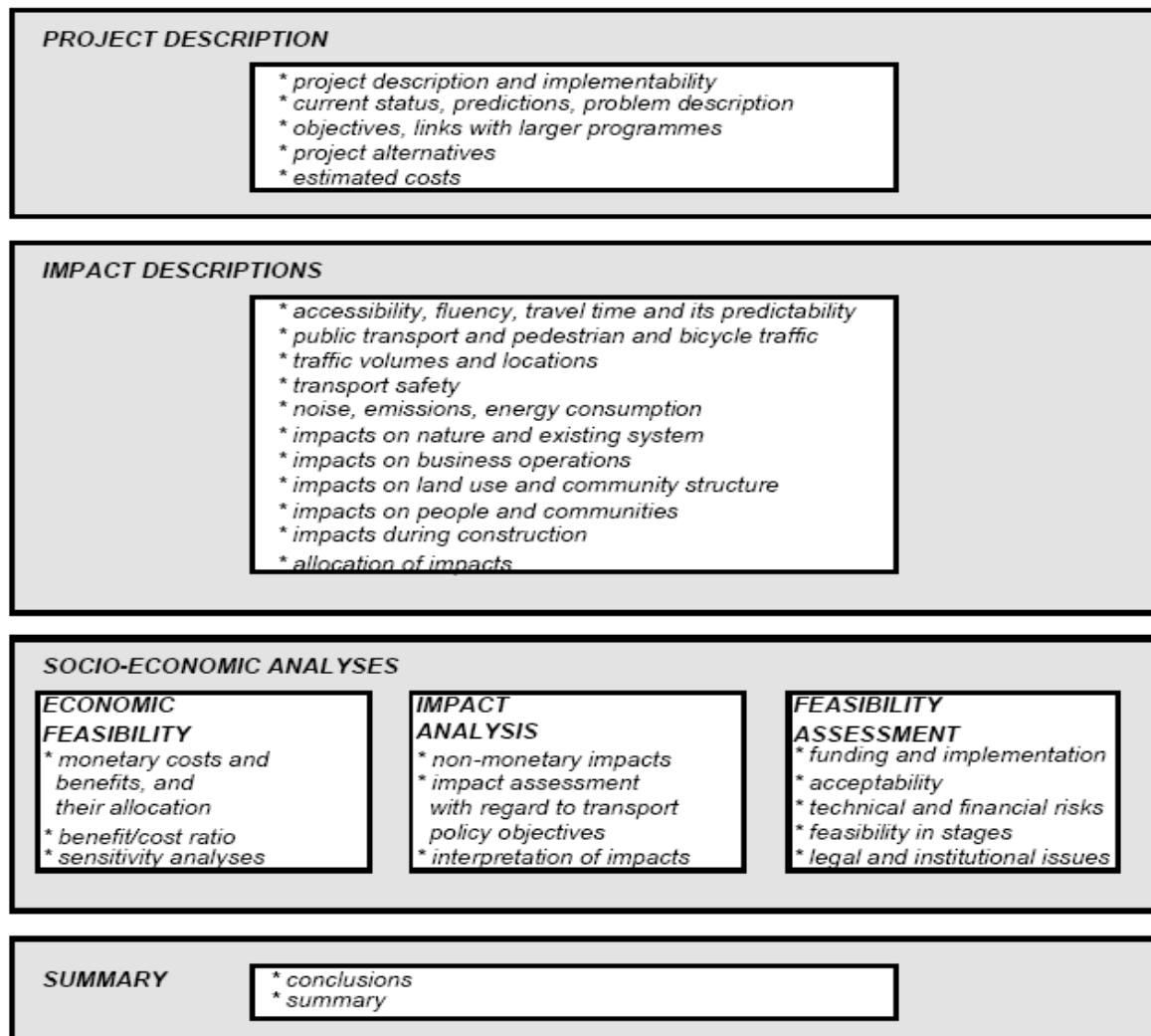


Figure 1. General framework for project evaluation (Pesonen et al. 2000).

Figuur 10: General framework for project evaluation

Op basis van dit analysemodel wordt een specifieke aanpassing opgebouwd voor evaluatie van ITS-projecten. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van vroegere beoordelings- en evaluatierichtlijnen van Europese transport telematica projecten²¹. In het verleden werden in Finland al specifieke evaluatiemodellen opgebouwd:

- Evaluatie van variabele snelheidssystemen²²
- Informatiesystemen voor wegtransport²³
- Openbaar vervoersystemen²⁴

a. Uitgewerkt voorbeeld: systemen die de bestuurder ondersteunen

Ter illustratie wordt de effectbeschrijving gegeven van één ITS toepassing: systemen die de bestuurder ondersteunen.

♦ Impactstudie

In deze onderstaande tabel “Impact mechanisme of ITS functieloon. Driver support functions.” worden eerst de voornaamste doelstellingen beoordeeld; men wenst vooraf te weten welke effecten men juist wil bereiken.

De voornaamste, werkelijke effecten van de maatregelen worden bestudeerd en in laatste instantie worden geanalyseerd wat de effecten op het maatschappelijke vlak zullen zijn.

In de verschillende fasen wordt telkens in kolommen aangeduid welke doelstelling het ITS-systeem beoogt terwijl in de tweede groep (Main Impacts) de werkelijke effecten van de telematicatoepassing worden aangeduid. In de derde groep wordt aangeduid in welke mate de telematicatoepassing kan tegemoet komen aan verschillende maatschappelijke doelstellingen.

Een donkerder vakje slaat op een grotere impact; bij de impactanalyse zal hier vooral op gefocust moeten worden. De lichtere vakjes duiden op een minder belangrijke impact maar die wel in evaluatieproces verder moet opgevolgd worden.

Men merkt dat de ITS-systemen (ACC, ISA, safe following distance, Collision Avoidance, Lane Keeping systems, vision enhancement (bv. Veiliger rijden in mist), Driver condition monitoring (bv. Vermoeidheid bestuurder), routegeleiding, E-call) voor wat de te bereiken doelstellingen zich vooral richten naar het verkeersgedragingen en in beperkte mate naar reistijd en transportvraag.

Wanneer naar de werkelijke effecten wordt gekeken dan komt vooral comfort en verkeersveiligheid sterk naar voor. Naar het tegemoetkomen aan de maatschappelijke doelstellingen zijn het vooral de effecten op transportsystemen (kosten, dienstverlening) en veiligheid/gezondheid die worden aangeduid.

Verskillende indicatoren en specifieke evaluatiemethoden worden aangewend. Voor verschillende onderdelen²⁵ worden specifieke indicatoren en evaluatiemethoden voorzien.

Ter illustratie worden de indicatoren en voorgestelde evaluatiemethode aangeduid voor het item “Verkeersveiligheid”. De eerste vier indicatoren zijn de belangrijkste en worden in vet aangeduid.

Deze indicatoren worden ook in andere studies aangeduid; alleen wordt steeds vastgesteld dat de indicatoren niet altijd volledig, juist en tijdig beschikbaar zijn.

Merk op dat de evaluatiemethode niet alleen verwijst naar data van politie maar ook naar data van hospitalen. In verschillende studies en publicaties²⁶ wordt ook aangegeven dat zowel politiedata als hospitaaldata via linking, tot een vollediger en juister beeld van de verkeersonveiligheid in Vlaanderen kunnen leiden.

Table 8. Assessment of the main impact “Traffic safety”. The most important indicators are written in bold face.

INDICATOR	EVALUATION METHOD
Number of traffic accident fatalities	Before-and-after analysis using accident statistics based on police or hospital reports
Number of injuries incurred in traffic accidents	Before-and-after analysis using accident statistics based on police or hospital reports
Number of accidents	Before-and-after analysis using accident statistics based on police or hospital reports
Number of conflicts (near accidents)	Traffic conflict studies
Traffic volume	Traffic counts
Vehicle-kilometres driven	Transport studies, driver's logs, origin-destination studies, models
Person-kilometres travelled (number of person hours or passenger kilometres)	Transport studies, driver's logs, origin-destination studies, models
Goods tons transported (ton-kilometres)	Driver's logs, tachographs, models
Mean and standard deviation of spot speeds	Automatic traffic monitoring, radar studies, simulation studies, simulation
Mean and standard deviation of travelling speeds	License plate study, floating car technique, car following, tachographs, driving in instrumented cars, simulation
Number of traffic violations	Police statistics and accounts, interviews, surveys
Number of drunken-driving offences	Police statistics and accounts
Alertness	Measuring reaction times in an instrumented car, simulator or laboratory, interviews, operational errors
Focus of attention	Eye movement recordings in an instrumented car, simulator or laboratory, errors in perception, interviews
Share of short accepted time gaps	Field studies, driving in an instrumented car or simulator
Short (under 0.5 seconds) following time headways' share of all platooning headways	Automatic traffic monitoring, driving in an instrumented car or simulator
Share of short (under 1 second) TTC ¹ values	Automatic traffic monitoring
Number of crimes committed in vehicles and terminals	Police/security company statistics and accounts, interviews, surveys
Feeling of safety	Interviews, surveys

Tabel 5: Assessment of the main impact ‘Traffic safety’.

Bij deze indicatoren kan men opmerken dat het aantal slachtoffers of doden dat gekend is, slechts voor een beperkt aantal direct is toe te wijzen aan conflicten die de ITS-technieken willen/kunnen aanpakken. In dat geval moet het onderzoek zich richten naar indirecte indicatoren zoals specifieke conflicten en rijnsnelheid.

Daarbij kan gebruik gemaakt worden van de gekende relatie tussen de ernst van het ongeval en de snelheid.

In Finch²⁷ wordt de relatie tussen snelheidsdaling/verhoging en ongevallen weergegeven; de onderstaande tabel –basis onderzoek Finch- werd aangevuld met andere resultaten²⁸ :

Datum	Land	Soort weg	Snelheidswijziging	Gevolg van de snelheidswijziging	Gevolg van wijziging op dodelijke slachtoffers
1985	Zwitserland	Snelweg	Van 130 naar 120 km/uur	Daling gemiddelde snelheid met 5 km/uur	12 % daling
1985	Zwitserland	Landelijke wegen	Van 100 naar 80 km/uur	Daling gemiddelde snelheid met 10 km/uur	6 % daling
1985	Denemarken	Bebouwde kom	Van 60 naar 50 km/uur	Daling gemiddelde snelheid met 3-4 km/uur	24 % daling
1987	VSA	Snelweg	Van 55 (88,5 km/uur) naar 65 mijl/uur (104,6 km/uur)	Daling gemiddelde snelheid met 2-4 mijl/uur (3,2-6,4 km/uur)	19-34 % toename
1987	Australië	Landelijke wegen	Van 100 naar 110 km/uur Van 110 naar 100 km/uur		Toename gewonden met 24,6 % Daling gewonden met 19 %
1989	Zweden	Snelweg	Van 110 naar 90 km/uur	Daling van snelheid (mediaan) met 14,4 km/uur	21 % daling
1996	Finland	Snelweg → Andere wegen (niet bebouwde kom)	120 → 100 km/uur 100 → 80 km/uur	Daling gemiddelde snelheid 94 naar 88 km/uur	Daling kosten van ongevallen met 27 %

Tabel 1: Onderzoeken naar de gevolgen van snelheidswijzigingen.

Tabel 6: Onderzoeken naar de gevolgen van snelheidswijzigingen.

De relatie tussen de gevolgen van snelheid op de overlevingskans werd het best weergegeven door ASHTON, S.J. & MACKAY, G.M. (1979)²⁹: de overlevingskans van een voetganger bij een aanrijding door een voertuig met een snelheid van 32 km/uur is 95 %, bij 48 km/uur is dit 55 % terwijl dit bij 64 km/uur daalt naar 10 %.

Een studie uitgevoerd door het Transport Research Laboratory (UK) heeft berekend dat een vermindering van gemiddelde snelheid met 3 km/h in Europa elk jaar zou leiden tot 5 000 tot 6 000 minder doden en tot het vermijden van 120 000 à 140 000 ongevallen. Een berekende besparing van 20 € miljard zou dan daarvan het gevolg zijn ³⁰.

♦ Socio-economische evaluatie

Nadat de impactstudie is uitgevoerd, volgt een sociaal-economische evaluatie. Deze evaluatie verschilt van de klassieke evaluatie van transportprojecten doordat de ITS-projecten nog geen klassieke standaardoplossingen kennen en doordat het impactmechanisme en het werkelijke effect nogal verschillen van klassieke transportprojecten.

De klassieke benadering –projectbeschrijving, impactbeschrijving, sociaal-economische voordelen, samenvatting- zijn gelijklopend met deze van transportprojecten. Een grotere detaillering is wel nodig om de specifieke kenmerken van de ITS-projecten te benadrukken.

Accenten in kosten-baten analyses

Vooraf het bepalen van het sociaal-economische nut vergt specifieke invullingen:

De kosten-baten studies van ITS-projecten moeten rekening houden met significante verschillen in de rijkosten en de implementatie- en onderhoudskosten.

In de onderstaande tabel worden deze kosten kort weergegeven:

Tabel 7. Cost components used in cost-benefit analysis.

PROJECT'S IMPLEMENTATION AND MAINTANCE COSTS *
<i>Impacts on driving costs. Transport economy-related impacts with specified shadow prices</i>
<ul style="list-style-type: none">• Accident costs *• Time costs *• Vehicle operating costs*• Environmental costs * (e.g. exhaust emission and noise costs)
<i>Market-price impacts. Impacts in monetary terms that can be estimated/calculated</i>
<ul style="list-style-type: none">• On the economic status of private persons (e.g. changes in services prices)• On corporate economy• On cost –not project-related- of transport infrastructure operators (e.g. savings in infrastructure maintenance costs due to transport telematics) *

* costs should primarily be included in the basis estimate

Ongevallskosten werden specifiek voor Vlaanderen al in kaart gebracht in eerder onderzoek van het Steunpunt Verkeersveiligheid³¹.

De weerhouden waarden voor 2005 zijn opgenomen in onderstaande tabel .

Tabel 8: ongevalskosten Vlaanderen 2005

	Dode	Zwaargewonde	Lichtgewonde
Vermeden kost per slachtoffer	6.801.921 €	1.454.395 €	107.178 €
- Humane verliezen	6.088.287 €	1.019.143 €	105.990 €
- Productieverlies	705.998 €	412.682 €	213 €
- Medische kosten	5.866 €	21.837 €	975 €
- Bezoekkosten	96 €	733 €	-
- Vervroegde begrafeniskosten	1.674 €	-	-

Bron: De Brabander (2006), p.242

Tenslotte zijn er nog de vermeden ongevalskosten die gelinkt zijn aan het ongeval en niet aan het slachtoffer. Het betreft 6.612 € voor een ongeval waarbij wel een slachtoffer betrokken is en 2.609 € voor een ongeval met enkel materiële schade (De Brabander, 2006, p.242).

Voor tijdswaarderingen wordt klassiek een onderscheid gemaakt naar het motief van verplaatsingen: zakelijk, woon-werk en privé. Voor 2004 werden waarden van respectievelijk 8,37, 5,78 en 28,97 € per uur genoteerd in Nederland³²

Specifiek aan ITS implementatie is het probleem van de toewijzing van de kosten en het gevaar van dubbeltellingen (bijvoorbeeld wanneer verschillende systemen tesamen worden geïmplementeerd). Enkel die elementen die rechtstreeks of onrechtstreeks het ITS-project beïnvloeden of er door beïnvloed worden, dienen weerhouden te worden. Anderzijds moet ook voor ogen worden gehouden dat kosten van bijvoorbeeld installatie niet dubbel geteld worden wanneer verschillende systemen samen worden geïnstalleerd.

De verschillende impactmechanismen (zie hoger) kunnen als basis gebruikt worden om de belangrijkste kosten elementen in beeld te brengen.

Het toewijzen van de kosten en de baten wordt normaal verdeeld over het transportsysteem of beheerder van de modi (bv. gewest, gemeente), transportmaatschappij, gebruiker en andere (ongevalkosten, leefmilieukosten, ...). Eventueel kan een multi-criteria analyse gebruikt worden om de kosten en baten van verschillende betrokken partijen ten opzichte van elkaar af te wegen.

De impact van onzekerheid op het totale rendement van de meest onzekere factoren kunnen best via een sensitiviteitsanalyse worden geanalyseerd. Hierbij wordt het rendement dan vergeleken bij verschillende groottes van deze onzekere factoren.

Men moet tevens voor ogen houden dat de levensduur van ITS-investeringen veel korter (eerder minder dan 10 jaar) is dan klassieke infrastructuurprojecten.

De evaluatie van de haalbaarheid en implementatiemogelijkheden zal gebeuren op basis van een checklist van de markt (vraagzijde, marktontwikkelingen, behoeften van gebruikers, behoeften van specifieke groepen, ...), zie tabel 14. De technische haalbaarheid zal zich richten naar risicoberekening, compatibiliteit, afhankelijkheid van andere systemen,:

Tabel 9: Checklist for evaluation of technical feasibility.

EVALUATION OF TECHNICAL FEASIBILITY	
Matter under examination	Example
Risk associated with technical solution	Compatibility of equipment from different vendors
Compatibility and common system architecture	Interchangeability of subsystem, the need to rely on standards
Availability and development stage of necessary technology	Do sufficiently reliable sensors exist and are more developed models currently coming on the market
Dependence on other systems	Does the project call for the implementation of other project or can it be implemented independently
Implementation in phases	Can a pilot project be carried out first as part of a larger system ?
Risks associated with commitment	Does the implementation bind the operator to a specific system vendor ?

Binnen ITS-toepassingen vormen de technische evaluatie maar ook de **evaluatie van het human-machine interface**, specifieke elementen in de beoordeling. Daarbij spelen verschillende facetten een rol: leesbaarheid, detecteren, identificeren, begrijpen, compatibiliteit met andere informatiesystemen, interactie bestuurder/systeem, aanvaarding, begrijpbaarheid van instructies, ...

Bij de evaluatie van de financiële aspecten zijn zowel de **beschikbaarheid van fondsen** voor een specifieke investering als de onzekerheid van deze fondsen het belangrijkste.

Een laatste maar zeker niet onbelangrijk element vormt de **wettelijke en institutionele evolutie**. Deze evolutie is een noodzakelijk criterium omdat het wettelijke kader meestal nogal traag reageert op ITS-toepassingen en ontstaat meestal nadat uit een aantal (controversiële) gevallen blijkt dat er noodzaak is om dit legistiek te regelen. Ter illustratie wordt hier de aspecten van de wettelijke evaluatie gegeven in tabel 10:

Table 10: Legal evaluation checklist.

LEGAL EVALUATION	
Matter under examination	Exempla
Protector of privacy	Making records of registration numbers; registration of driver behaviour in accident
Data security and protector	Confidentiality of information associated with company product development
Compliance with standards etc.	Complying with regulators concerning existing standards and e.g. the code of practise for Human-Machine Interfaces
Implementation in accordance with traffic law	Signs and displays that follow the traffic sign act
Other laws and statutes associated with the implementation method	Following statutes concerning public procurements
Insurance in case of allures in ITS system	Compensation of damages to the system and to outsiders
Operation obligation and other relations set for parts of ITS system	Obligatory use of tachographs in heavy vehicles
Need for new standards etc.	Wide-range implementation of the system can call for standardisation of certain components
Taking notice of factors associated with the product liability act	Accepting responsibility in accidents or when false information has been Issued
Defining the user's responsibilities	Informing users of their responsibilities when using the system

Tot slot dient aangestipt te worden dat in specifieke logistieke ITS-projecten dient rekening gehouden te worden met **de grenzen of beperkingen van de bedrijven en organisaties**. Dit speelt zich af op het niveau van de transportinfrastructuur, logistieke (en overheids) diensten en het bedrijfsleven.

Hieronder worden de verschillende logistieke impact niveaus in telematica projecten geïllustreerd.

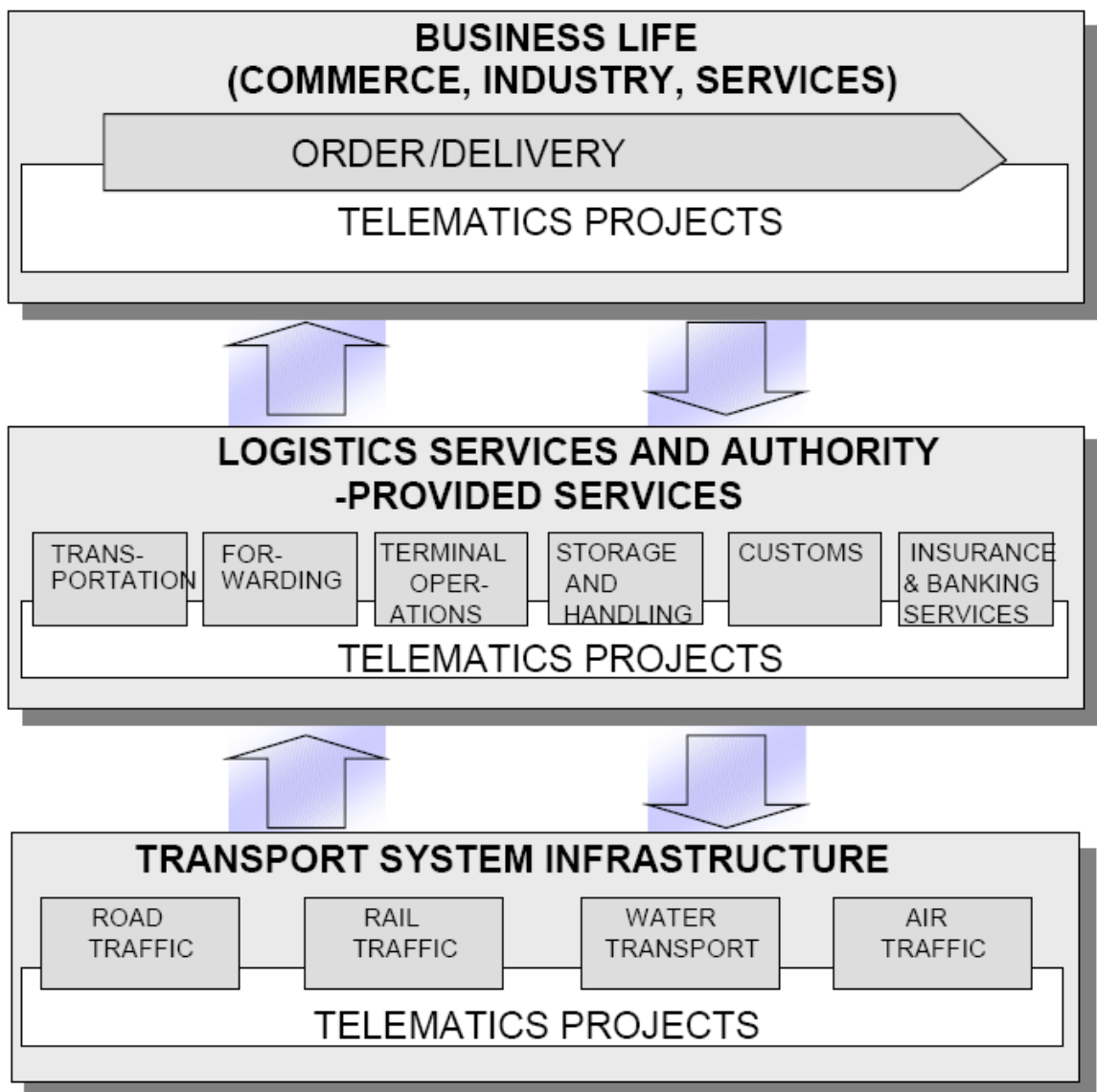


Figure 6. Logistics impact levels in telematics development projects

Figuur 11: Logistics impact levels in telematics development projects

2.2.3 eImpact

In dit onderdeel wordt niet het framework voor socio-economische impact analyse onderzocht maar wel de wijze waarop de selectie van de projecten voor impact analyse gebeurt. De bedoeling van dit onderdeel is om aandacht te vragen voor een werkelijk objectieve methodiek waarbij louter subjectieve beoordelingen worden vermeden.

De rangschikking van technologieën naar haalbaarheid uitgevoerd door een geselecteerde groep kan tot vertekende resultaten leiden die niet van aard zijn om een objectieve inschatting te bieden.

In eImpact worden verschillende IVSS (Intelligent Vehicle Safety Systems) op hun socio-economische impact op verkeersveiligheid onderzocht.

Uit een korte analyse van de evaluaties, aannames, verwachte resultaten die dikwijls gesteund zijn op een selectie van studies, bevragingen (stake holders, ...) testen,

kunnen conclusies getrokken worden die minstens betwistbaar zijn. Immers in vele gevallen zijn deze evaluaties, aannames en verwachte resultaten niet éénduidig te interpreteren.

Om dit te illustreren worden de eerste selecties en rangschikking van IVSS (Deliverable D2: eImpact: Socio-economic Impact Assessment of Stand-alone and Co-operative Intelligent Vehicle Safety Systems (IVSS) in Europe) geanalyseerd.

Het blijkt dat sommige resultaten een nogal gekleurd beeld geven. Dit beeld ontstaat doordat de meningen van geselecteerde deelnemers –stake holders- van een workshop worden gebruikt voor het opstellen van de rangschikking.

Men hield rekening met de volgende weging:

- Technical feasibility: 0,29
- Customer satisfaction: 0,32
- Public concern: 0,39

Het is echter onduidelijk hoe de wegingsfactoren voor de drie criteria tot stand kwamen.

Deze weging werd toegepast op de opinies van elke deelnemer van de workshop en gaf de volgende rangschikking:

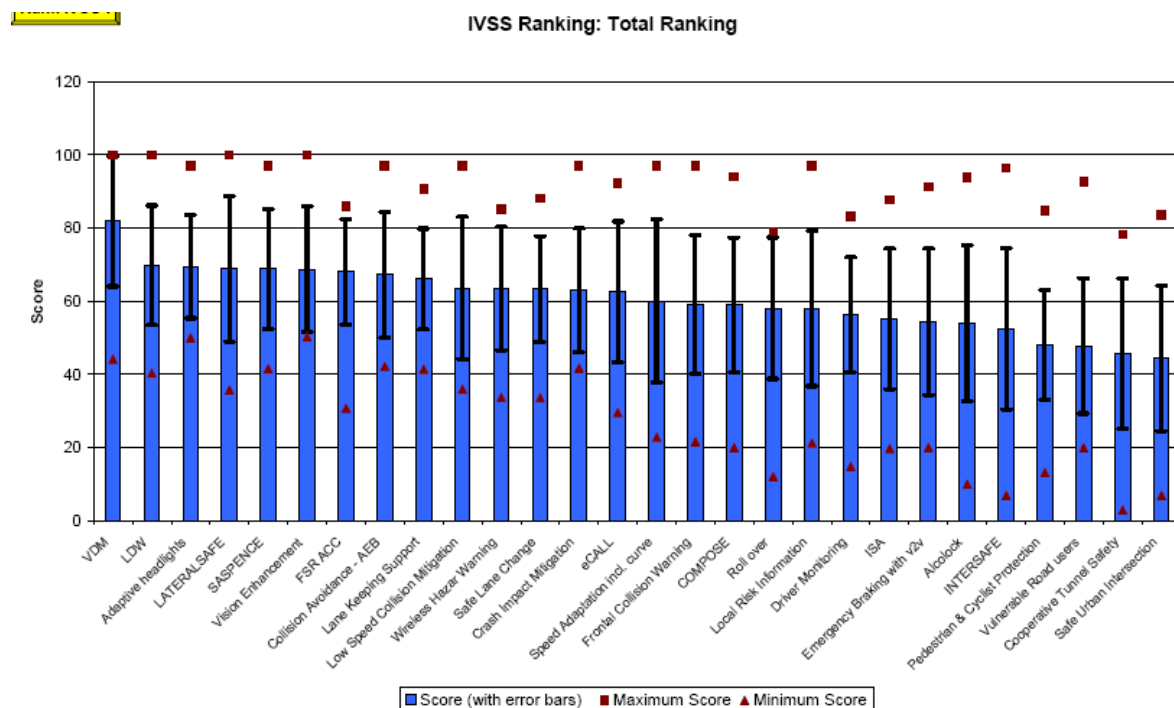


Figure 11 : Ranking list of IVSS

Figuur 12: Ranking list of IVSS

In deze grafiek wordt het resultaat getoond met standaard deviatie (error bars) voor elke IVSS-toepassing. Hoe hoger de standaard deviatie hoe beperkter is de inschatting van de relevantie van de IVSS-toepassing.

Deze standaard deviaties zitten een groep van 20-30 terwijl het verschil van de ranking slechts enkele punten. Dit duidt erop dat de scores die participanten gaven sterk verschilden maar ook dat de statistische significantie erg laag was.

Indien de maximum en de minimum waarden gelijkmatig (symetrisch) verdeeld zijn rond de "error bars" dan kan de distributie als normaal worden beschouwd. Naarmate de maximum score en minimum score erg verschillend zijn van de "error bars" (bv. De ene score is dicht bij de error bar en de andere ver af) duidt dit op individuele mening die veraf ligt van de meerderheid van de meningen.

Wanneer men de verschillende elementen bekijkt, dan blijkt dat sommige interpretaties of inschattingen van de deelnemers een belangrijke rol spelen.

De onderstaande figuur IVSS Ranking: Customer Satisfaction (figure 13) geeft de inschatting van de deelnemers over de mogelijke acceptatie van de systemen. In tabel "Rangschikking van de acceptatie (cijferanalyse is vertrokken van de volgende verdeling van deze acceptatie. Hierbij moet rekening gehouden worden met het feit dat de derde rij de deviatie weergeeft. Hoe lager deze deviatie hoe beter de mening van de experts dicht bij elkaar ligt.

	Individual casualty risk	Practicability and under-standing	System price	Individual price acceptance	Comfort/stress reduction	Privacy	Spontaneous sympathy
Acceptatie	17,2 %	13,1 %	15,1 %	21,3 %	14,8 %	7,8 %	10,7 %
Deviatie	13	8	11	10	9	9	9

Tabel 11 : "Rangschikking van de acceptatie"

Voor ogen houdend dat deze indeling voor alle systemen werd opgemaakt, blijkt dat de inschatting van de individuele aanvaarding van de prijs het hoogste wordt gewaardeerd: 21,3; de standaard deviatie is met 10 wel belangrijk. Het laagst scoort de beoordeling van de privacy.

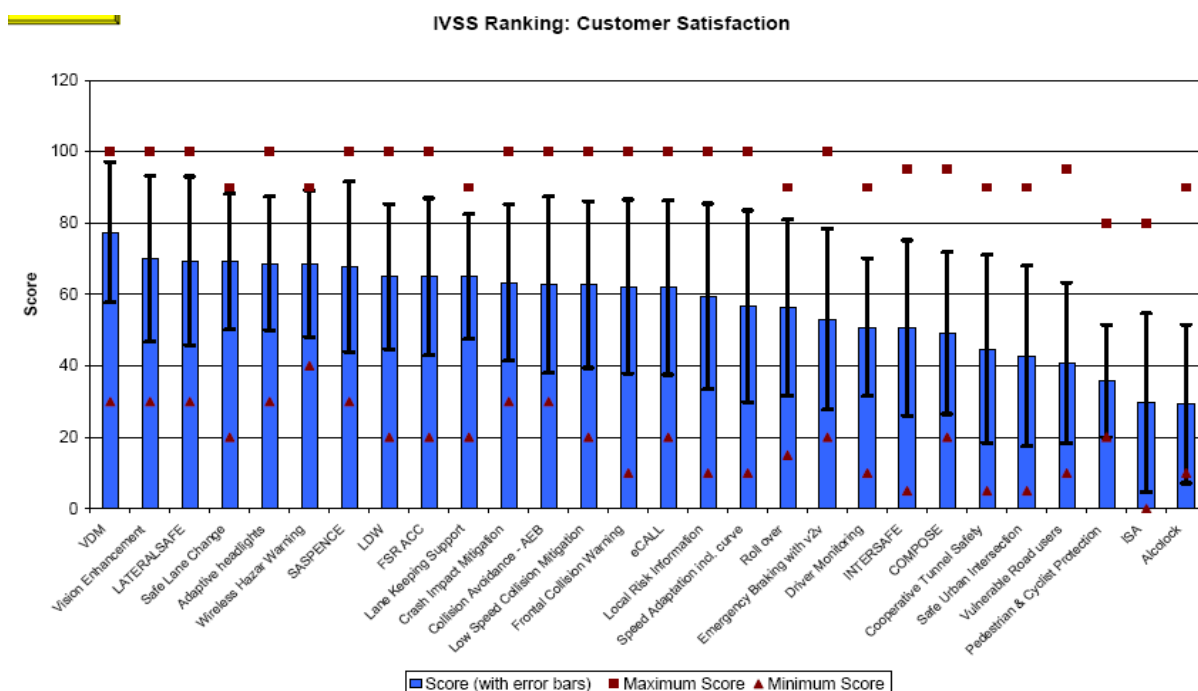


Figure 13 : Ranking of IVSS with respect to consumer satisfaction

Figuur 13: Ranking of IVSS with respect to consumer satisfaction

Indien men de figuur IVSS Ranking: Customer Satisfaction (figure 13) bekijkt dan wordt ISA (en ook alclock) erg laag ingeschat door de geselecteerde stake holders.

Dit resultaat heeft een beperkte waarde wanneer men dit vergelijkt met de resultaten van de onderzoeken die in Vlaanderen zijn uitgevoerd.

Uit het draagvlakonderzoek³³ dat IDM (vroeger CDO) uitvoerde samen met het BIVV blijkt dat –op basis van een sample van 2500 Belgen- de acceptatie van alle weggebruikers erg hoog is:

- een meerderheid van bijna zes op tien mensen is het eens zou zijn met het invoeren van intelligente snelheidsbegrenzing die volledig limiteert.
- Slechts drie op tien mensen kant zich in de enquête tegen een limiterende snelheidsbegrenzer.
- Bij de mensen die niet met de wagen rijden loopt de aanhang voor een effectief begrenzend ISA op tot drie kwart. Bij wie dagelijks rijdt, is nog net de helft voor de maatregel te vinden, en is 38% het oneens.
- Wanneer men er nu van uit gaat dat mensen die het eens zijn met een snelheidsbegrenzer die effectief limiteert ook voorstander zullen zijn van de 'zachte' implementatie (in vergelijking met de huidige situatie zonder begrenzing) dan is 87,6% het eens met de signalerende snelheidsbegrenzing.

Men kan aanvoeren dat dit peilen was naar de mening van weggebruikers die geen ervaring hebben met het systeem. Dit klopt maar dit geldt eveneens ook voor de experts van de workshop.

Een onderzoek dat IDM uitvoerde tijdens het Gentse ISA-trial duidt op een zeer grote aanvaarding van het ISA-systeem (half-open). Niet alleen was dit Gentse ISA-project het enige project waar bestuurders meer dan een jaar met het systeem rondreden maar ook bleek dat van de 20 privé-bestuurders er na het beëindigen van het project, 15 bestuurders het systeem weigerden uit te bouwen.

Dit is een bewijs dat de aanvaarding bij bestuurders erg groot is en dat in dit geval geen sprake is van een gebrek aan ervaring. Belangrijk is wel dat de systemen gratis ter beschikking werden gesteld waardoor de kostprijs van het systeem, bij de aanvaarding in het Gentse ISA-project geen rol speelde.

Het voorgaande is essentieel om het belang van expertengroepen te duiden. Expertgroepen geven niet altijd een waardevrije of objectieve beoordeling. In het bovenstaande geval werd hen om een inschatting gevraagd van de aanvaarding door de gebruiker. Om het voorbeeld van snelheidsaanpassing –los van de bedenking of dit louter waarschuwend, ondersteunend of verplichtend zou zijn- te nemen, kan men veronderstellen dat vertegenwoordigers van autoconstructeurs minder geneigd zullen zijn om enig of andere vorm van snelheidsbeperking te aanvaarden, indien het vermogen/snelheid/acceleratie als een belangrijk verkoopargument wordt beschouwd.

Een ander voorbeeld vormt alcolock. Los van de vaststelling of dit voor alle voertuigen moet gelden, los van de technische beoordeling (dit is volgens de technical feasibility zeer hoog) kan men aannemen dat de aanvaarding bij de gebruikers belangrijk zou moeten zijn; immers het grootste deel van de bestuurders behoort vermoedelijk niet tot de klasse van dronken bestuurders.

Wanneer men de acceptatie door alle weggebruikers –en in dit geval zelfs van de meeste autobestuurders- beschouwt dan kan men er toch moeilijk rond dat het grootste deel van de bestuurders dit zouden accepteren. Of men hiervoor extra wil voor betalen, is uiteraard een ander verhaal. Dit toont echter wel aan dat de aanvaarding enorm kan vertekend worden door erg onbekende factoren; het bereid zijn om voor een alcolock te betalen, krijgt een andere invulling indien het maatschappelijk nut hoger zou worden ingeschat dan de kost van inbouw. Indien het toestel standaard in het voertuig ingebouwd wordt, is de bereidheid om er voor te betalen trouwens geen element meer.

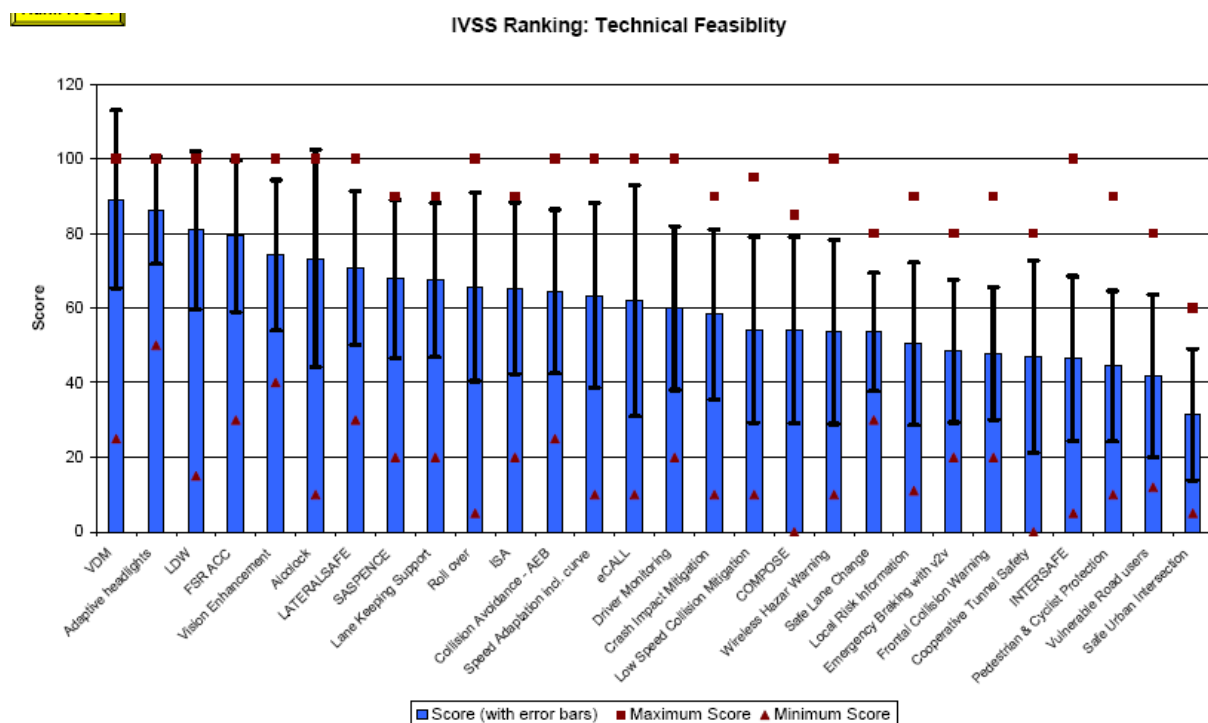


Figure 12 : Ranking of IVSS with respect to technical feasibility

Figuur 14: Ranking of IVSS with respect to technical feasibility

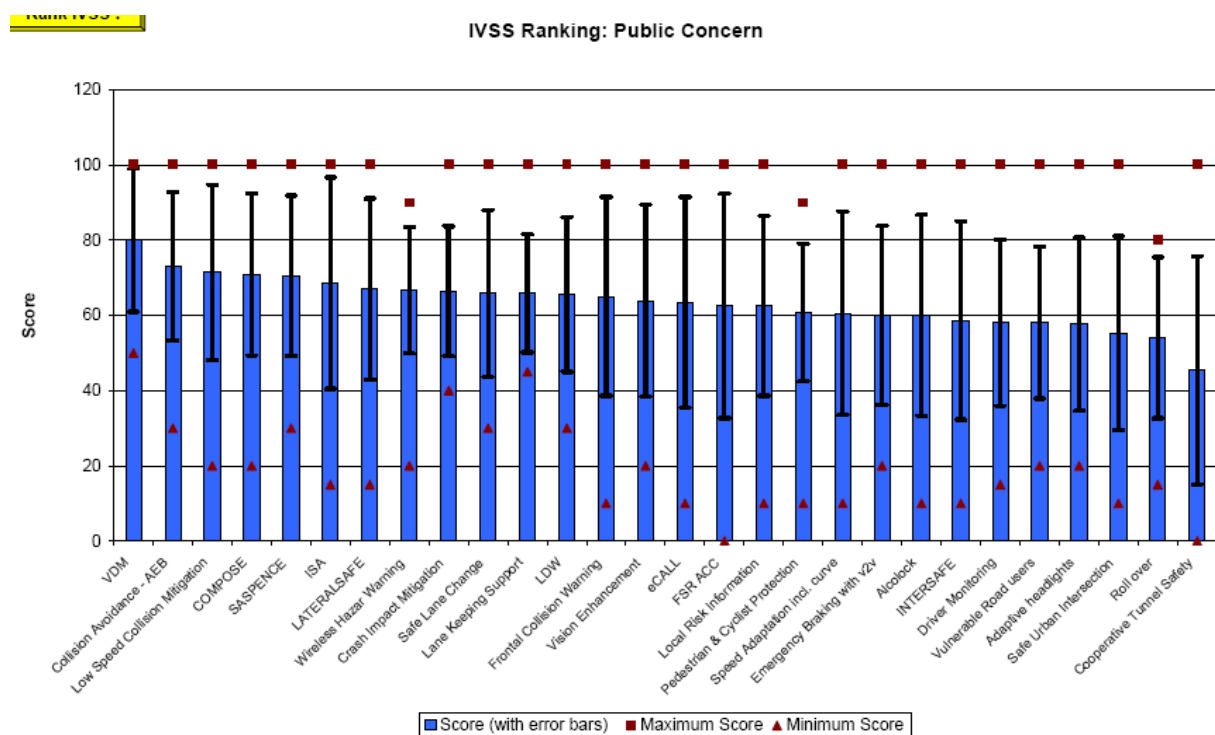


Figure 14 : Ranking of IVSS with respect to public concerns

Figuur 15: Ranking of IVSS with respect to public concerns

Daarbij blijft men voor het probleem gesteld dat hier een beperkte groep van “experten” een inschatting maakt van de acceptatie van de bestuurder. Hoe die individuele expert in staat is om de acceptatie van de bestuurder in te schatten, is minimaal de vraag. Vermoedelijk zijn slechts een beperkt aantal experts op de hoogte van alle onderzoeken –technisch, sociologisch en maatschappelijk- in de verschillende IVSS toepassingen.

Zoals reeds aangegeven mag niet enkel gekeken worden naar de ranking, maar dient men ook oog te hebben voor de standaard deviaties, die significante verschillen kunnen aangeven (maar in dit voorbeeld dus duidelijk niet) en de gebruikte gewichten. Aanbevolen wordt om voldoende sensitiviteitsanalyse uit te laten voeren, die verschillen in ranking kunnen blootleggen.

Voor Vlaanderen werd door Geurts Karolien (2003) ³⁴ een sensitiviteitsanalyse voor zwarte punten uitgevoerd. Uit deze studie blijkt ook dat enige voorzichtigheid moet aan de dag gelegd worden met pondereren (weging) van categorieën.

Vermits dit onderzoek enkel maar diende als eerste rangschikking van die onderzoeken – twaalf IVVS systemen werden weerhouden³⁵ - die voor analyse van de kosten-baten, mobiliteits- en verkeersveiligheidsanalyse in aanmerking komen, lijken deze beperkingen in de onderzoeksmethode geen probleem te vormen. Alleen toont dit aan dat de overheid de nodige aandacht moet besteden aan de wijze waarop ITS-toepassingen als “haalbaar” worden voorgesteld. Immers men had op basis van deze eerste “screening” al een aantal technieken/systemen uit de latere evaluatie kunnen halen waardoor het Europese of nationale beleid geen kennis zou hebben van de waarde van deze technieken. Op deze wijze zouden systemen of technieken die een belangrijke maatschappelijke relevantie niet onder de aandacht gebracht zijn.

Indien de overheidsafweging vertrekt van het maatschappelijke belang zullen interferenties van belangengroepen goed in beeld moeten gebracht worden zodat een betere afweging van het maatschappelijke belang mogelijk wordt.

In een latere fase van het elmpact project kan over het resultaat bericht worden.

3. COOPERATIVE SYSTEMS

3.1 Introduction

Intelligent Transportation Systems (ITS) encompass a broad range of wireless and wireline communications-based information, control and electronics technologies. When integrated into the transportation system infrastructure and in vehicles themselves, these technologies help monitor and manage traffic flow, reduce congestion, provide alternate routes to travelers, enhance productivity and save lives, time and money. Cooperative systems are ITS systems based on communication and cooperation, both between vehicles as between vehicles and infrastructure.

This document starts with an overview covering the most important applications made possible by cooperative systems. In the next section, the relevant international standardization activities are described, followed by an inventory of current government endorsed telematics and e-safety projects. Then the major ITS related industrial organisations are introduced, and more in-depth information regarding the several wireless technologies that can be used for Intelligent Transportation Systems is given. We finish this document with a reference to a few policy related European reports.

3.2 Applications

Cooperative systems enable many diverse applications, with diverging goals: reduction of accidents, optimization of traffic flows, congestion reduction, assistance of public safety services, entertainment services for passengers, ... Although these applications have slightly different accents, positive effects created by one application can surely have a positive influence on the others. E.g. a reduction of accidents has many benefits beyond the obvious saving of lives. Even a non-injury accident can significantly increase traffic congestion and result in significant cost, not only to those involved, but also to society as a whole such as through the increased demands on public services.

Although all these applications rely on Intelligent Transportation Systems, some of them are relatively simple and can easily be implemented, while others are very complex and require a large and costly infrastructure. The most important of them are:

- **Frontal Collision Warning:** The system informs the driver in an early stage about potential risk of frontal or rear-end collisions due for instance to the reduced speed of the preceding vehicles or, in case of two ways roads, due to overtaking manoeuvres that the vehicles in the opposite traffic direction have started. In case of a ghost-driver, oncoming traffic can be warned on time.
- **Cooperative Situation Awareness:** Information to the driver about obstacles in a medium time-to-collision situation (1-10s before a critical event). The concept is that a driver will be informed in an early stage about possible threats, with special considerations taken to rear-end collisions (especially with stopped traffic) as well as information about vehicles appearing in blind spots around the vehicle. Especially trucks have a number of large blind spots, this is one of the main safety issues on modern trucks. Other very useful applications in all vehicles are lane change warning on motorways and EEBL (extended electronic break light).
- **Road Condition Status Information:** The road condition is evaluated from the input of several sensors (e.g. ABS or ESP sensors). The information is used to warn the driver and following vehicles of dangerous spots.

- **Obstacle warning:** the driver receives live information regarding possible obstacles, e.g. warning that his vehicle is higher than the parking maximum height, or weighs more than allowed on the bridge he is about to cross, ...
- **In-vehicle map updates:** in-car navigation systems automatically install new versions of their maps, to keep the navigation up to date at all times.
- **In-vehicle internet access:** an internet connection always available for passengers, and for the driver when parked. This can also be used for entertainment services such as video on demand, on-line gaming, ...
- **Cooperative Traveler Assistance:** in order to reduce travel times, the navigation system continuously receives live traffic information (with a high level of detail), enabling it to use alternative routes in case of traffic congestion.
- **Traffic management:** in case of an accident, road operators can actively influence the traffic flows, thanks to the possibility to communicate directly with the vehicles navigation systems. Also, ITS systems provide road operators the means to gather much more detailed and instant information regarding road usage, capacity, traffic conditions, accidents, vehicles having a breakdown, ...
- **Intersection Assistance:** on intersections without traffic lights, the vehicle-to-vehicle communication can enable an ad-hoc, distributed traffic lights embedded in each car. This provides the driver with a fluid and relaxed approach to urban intersections.
- **Emergency vehicles support:** when an emergency vehicle (such as an ambulance or a police car) approaches, drivers can be informed more in advance. They can also automatically be instructed to change lane, providing clear passage for the emergency vehicle.
- **eCall:** in case of an accident, the car can automatically call the emergency services, and inform them about the nature and the exact location of the accident. This can save very valuable time in the first golden hour after an accident.
- **Electronic Toll Collect:** in several countries, Electronic Toll Collect (ETC) is already implemented. Télépéage in France and Tele-pass in Italy are ETC systems based on communication between transponders in the vehicles, and receivers at the toll booths. In Germany, an ETC system is deployed based on a combination of GSM and GPS. The advantage of such systems is that they drastically reduce the waiting times at toll booths. By enabling toll collection through standardized ITS systems, compatibility can be ensured throughout Europe, and every vehicle would be able to use ETC without installing extra equipment.
- **Remote failure diagnostics:** in case of a failure of a vehicle, the car-to-infrastructure communication enables road-assistance operators to run a few on board diagnostics from a remote location. This way, the problem can be assessed very quickly, and the right kind of assistance can be sent to the stranded driver.
- **Intelligent Speed Adaption:** There are different stages of implementation for ISA, from providing dynamic speed limits as recommendations on variable message signs up to cars technically forced to drive at a certain speed limit. Vehicle-to-infrastructure allows the continuously updating of the speed maps, an indispensable feature for a real life ISA deployment. In the vicinity of road works, beacons can be sent to ISA systems to make the vehicles temporarily slow down.

In the TRACE project, the benefits of ITS are described in detail (Trace project, 2007). The report mentions that while the overall effects of ITS on road user safety are difficult to assess at this early stage, in literature estimations are situated between a reduction of 20% to 50% in crashes with injuries or fatalities. For more detailed information about the benefits of the separate applications, we refer the reader to this report.

Within the framework of the EuroTEST platform, 8,000 motorists of 12 European countries took part in a survey which aimed at assessing the end-user's perception and acceptance of present (SafetyTechnoPro) and future e-safety systems (CVIS). For the CVIS part, this survey has been carried out by RACC Automobile Club in the framework of the Deployment Enablers sub-project (CVIS project, 2007a). There is a report for each participating country and a report for the "European Average" resulting from the aggregation of all responses from all participating countries. In both the Belgian and the European report, it was clear that regarding end-user usefulness, systems related to safety and risky situations avoidance get better results than those that are not. However, it was also concluded that the usefulness of the applications is higher than its value. This means that users may not pay for these applications even if they considered them useful. This should be taken into account when determining government policies for ITS systems and deployment.

3.3 International standardization

ITS systems are a hot topic today, with several international standardization bodies working together or in parallel on new standards defining this new technology. In the following section, an overview is given of the different activities of the most important standardization bodies.

3.3.1 International Telecommunications Union (ITU)

ITU is an important United Nations agency for information and communication technologies. As the global focal point for governments and the private sector, ITU's role in helping the world communicate spans 3 core sectors: radiocommunication, standardization and development. ITU also organizes TELECOM events and was the lead organizing agency of the World Summit on the Information Society. ITU is based in Geneva, Switzerland, and its membership includes 191 Member States and more than 700 Sector Members and Associates.

Work related to the "fully networked car" is carried out in ITU's Radiocommunication Sector (ITU-R) and Telecommunication Standardization Sector (ITU-T). Relevant topics are considered by the Study Groups listed below, including how telematics can fit with next-generation networks.

a. ITU-R

ITU-R Working Party 8A

The land mobile service, excluding IMT-2000 and the amateur and amateur-satellite services. It has recently published a "Handbook on Land Mobile (including wireless access)" Volume 4. This provides a worldwide summary of wireless communications in ITS, including architecture, systems and applications (Lee Armstrong, 2007).

Relevant Reports:

- *ITU-R M.1310 Transport information and control systems (TICS) - Objectives and requirements.* Based on the ITS reference architecture completed in ISO/TC 204.

- *ITU-R M.1451 Transport information and control systems: functionalities.* Establishes a functional relationship between ITS applications and radio services or other telecommunication services.
- *ITU-R M.1452 Low power short-range vehicular radar equipment at 60GHz and 76GHz.* Technical and operational characteristics of collision avoidance radar operating at 60 and 76 GHz
- *ITU-R M.1453-2 Dedicated short range communications (DRSC) at 5.8 GHz.* Based on the ETSI and CEN Standards for DSRC, and updated in June 2005 to include an active transponder standard defined by ARIB T-75.

b. ITU-T

ITU-T Study Group 12

The end-to-end transmission performance of terminals and networks, in relation to the perceived quality by the users of text, data, speech and multimedia applications. They established the FITCAR Focus Group: "Focus Group on From/In/To Cars Communication". Its objective is to develop specifications to help advance the work of the Study Group and to encourage participation by other standards organizations in this activity. The following areas are addressed by FITCAR³⁶:

- The communication quality (from cars to the mobile/fixed network and inside Cars): quality parameters and testing methods (e.g. speech quality)
- Interaction of hands-free systems in cars with the radio channel
- Extension of the work to wideband hands-free systems
- Special requirements/testing procedures for speech recognition systems in cars

ITU-T Study Group 16

Study Group 16 is responsible for studies relating to multimedia service capabilities, and application capabilities (including those supported for NGN). This encompasses multimedia terminals, systems (e.g., network signal processing equipment, multipoint conference units, gateways, gatekeepers, modems, and facsimile), protocols and signal processing (media coding).

3.3.2 Institute for Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

a. Intelligent Transportation Systems Society (ITSS)

The Society is interested in theoretical, experimental and operational aspects of electrical and electronics engineering and information technologies as applied to Intelligent Transportation Systems, defined as those systems utilizing synergistic technologies and systems engineering concepts to develop and improve transportation systems of all kinds³⁷.

b. Standards Coordinating Committee on Intelligent Transportation Systems (SCC32)

SCC32 is responsible for coordination, development and maintaining standards related to Intelligent Transportation Systems within the scope of IEEE interests. Functions to be covered include but are not limited to: advanced traffic management

systems, advanced traveler information systems, commercial vehicle operations systems, advanced vehicle control systems, advanced public transportation systems and advanced rural transportation systems, including supporting communications infrastructures³⁸.

SCC32 coordinates the standards activities of two working groups:

- **DSRC (P1609)**

5.9 GHz DSRC (Dedicated Short Range Communications) is a short to medium range communications service that supports both public safety and private operations in roadside to vehicle and vehicle-to-vehicle communication environments. DSRC is meant to be a complement to cellular communications by providing very high data transfer rates in circumstances where minimizing latency in the communication link and isolating relatively small communication zones are important³⁹.

- **Incident Management (P1512)**

The IEEE 1512 Family of standards are incident management and traffic incident related message sets. They provide incident management message sets common to traffic management, public safety, and hazardous materials incident response activities. Traffic incident management consists of managing available resources of various disciplines to mitigate an incident in an efficient and appropriate manner⁴⁰.

3.3.3 International Organization for Standardization (ISO)

ISO Technical Committee 204 (Intelligent Transport systems) are responsible for standardization of information, communication and control systems in the field of urban and rural surface transportation, including intermodal and multimodal aspects thereof, traveller information, traffic management, public transport, commercial transport, emergency services and commercial services in the transport information and control systems (TICS) field.

A number of workgroups have been defined:

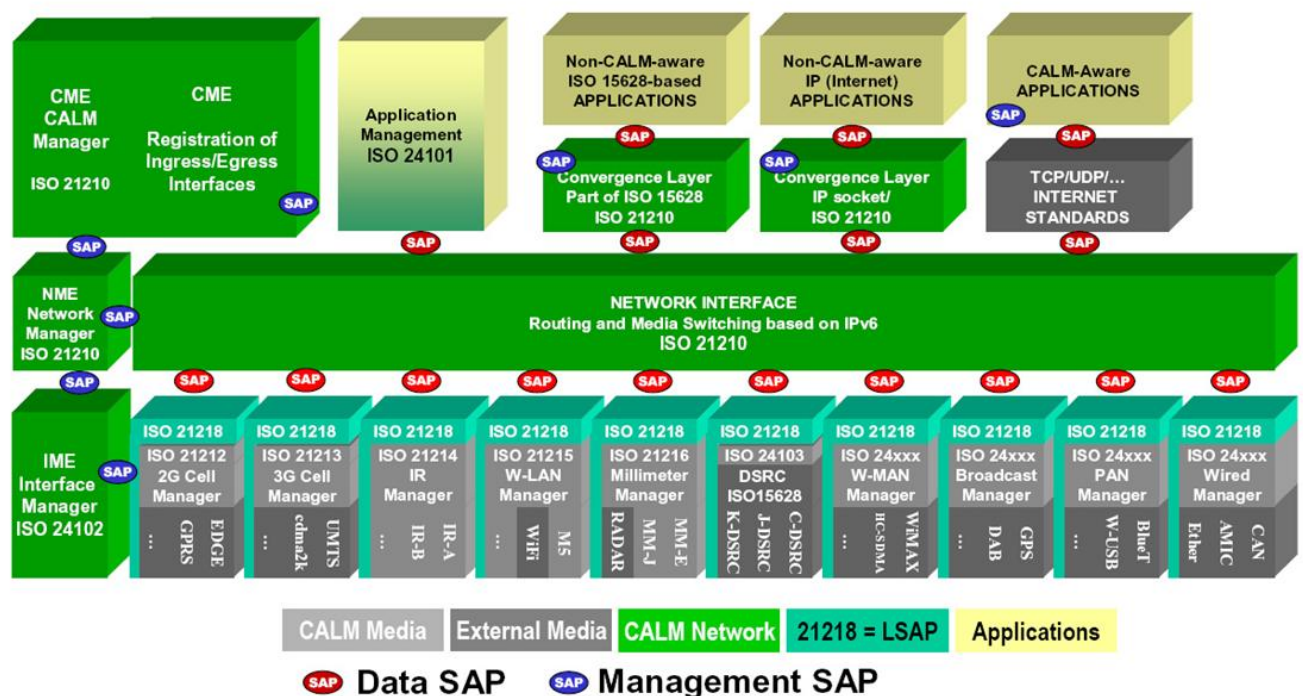
- WG 1 Architecture
- WG 3 TICS database technology
- WG 4 Automatic vehicle and equipment identification
- WG 5 Fee and toll collection
- WG 7 General fleet management and commercial/freight
- WG 8 Public transport/emergency
- WG 9 Integrated transport information, management and control
- WG 10 Traveller information systems
- WG 11 Route guidance and navigation systems
- WG 14 Vehicle/roadway warning and control systems
- WG 15 Dedicated short range communications for TICS applications
- WG 16 Wide area communications/protocols and interfaces

The ISO TC204/WG16 has approved the **CALM** (Communications Architecture for Land Mobile environment) framework for heterogeneous packet-switched communication in mobile environments. The CALM framework supports user transparent continuous communications across various interfaces and communication media such 802.11, 802.11p, 802.15, 802.16e, 802.20, 2G/3G/4G cellular systems, national ITS systems,... The CALM architecture is depicted in Figure 1

CALM includes similar functions to those being developed in 802.21:

- Management of multiple media
- Media independent handover

CALM is not developing handover protocols: it relies on IETF IPv6 protocols for vertical handovers (handover between technologies, e.g. switching from UMTS connection to wireless LAN connection), and on medium-specific protocols for horizontal handover (handover within the same technology, e.g. handover from one UMTS base station to another UMTS base station). CALM is also cooperating with 802.21 with the goal to co-develop and harmonize primitives.



Figuur 16: CALM architecture

3.3.4 Association of Radio Industries and Businesses (ARIB)

The objectives of ARIB are to conduct investigation, research & development and consultation of utilization of radio waves from the view of developing radio industries, and to promote realization and popularization of new radio systems in the field of telecommunications and broadcasting.

ARIB has developed their own set of DSRC standards published as ARIB T55. These include standards for L1, L2, and L7. The ARIB L7 is based on and is compatible with the CEN L7 standard. A new generation of standards is nearing completion, which will be known as ARIB T75. These standards are prevalent in Japan.

3.3.5 European committee for standardization (CEN)

CEN has two activities in the area of Intelligent Transport:

- **Intelligent Transport Systems Steering Group (ITSSG)**⁴¹

The ICTSB has established the Intelligent Transport Systems Steering Group (ITSSG) to act on its behalf as a forum, with the participation of market players, to make recommendations to the standards bodies, industry and the regulatory authorities on Intelligent Transport Systems (ITS) standardization issues. It shall focus on strategic coordination of standardization programmes, taking into account the need for longer-term planning of standards issues. These include multi- and inter-modal requirements for ITS for road, rail, water, and air.

- **Road Transport and Traffic Telematics (TC 278)**⁴²

Standardisation in the field of telematics to be applied to road traffic and transport, including those elements that need technical harmonisation for intermodal operation in the case of other means of transport. It shall support:

- vehicle, container, swap body and goods wagon identification;
- communication between vehicles and road infrastructure;
- communication between vehicles;
- in-vehicle human machines interfacing as far
- traffic and parking management;
- user fee collection;
- public transport management;
- user information.

3.4 Governmental projects

ITS activities are triggered by governments all over the world. An overview of the most important governmental projects is given below.

3.4.1 United States

- **Cooperative Intersection Collision Avoidance Systems (CICAS)**⁴³

This project focuses on all types of crossing path crashes that have their origin in violations, such as straight crossing path crashes, left turn across path crashes, etc.

- **Vehicle Infrastructure Integration (VII)**⁴⁴

VII involves communication between individual vehicles and between vehicles and the infrastructure to enable a variety of systems to be developed to significantly improve safety, operations and maintenance and to enable a variety of applications to support the needs of automakers and other commercial interests.

3.4.2 Japan

a. Advanced Cruise Assist Highway Systems Research Association (AHSRA)

The AHSRA project goals are⁴⁵:

- Development, test and implementation of new vehicle and infrastructure based systems in order to improve active safety through vehicle-infrastructure co-operation.
- Development of car to infrastructure communication based driver information and warning systems with information collection by infrastructure sensors.

b. Vehicle Infrastructure and Communication System (VICS)

VICS is an innovative information and communication system that enables you to receive real-time road traffic information about congestion and regulation, This information is edited and processed by Vehicle Information and Communication System Center, and shown on the navigation screen by text or graphical form⁴⁶.

c. Smartway

Smartway defines four goals⁴⁷:

- reversing the negative legacy of motorization
- ensuring mobility for the elderly
- developing affluent communities and lifestyles
- improving the business climate for ITS

by developing a „Smartway“ service based on car to infrastructure communication at 5.8GHz, combining ETC, e-payment services, VICS (Vehicle Infrastructure Communication System) traffic information and communication based driver information and warning in one onboard unit (OBU).

Smartway driver warning system was successfully tested in field trials on public roads in 2004 and 2005. Smartway production of OBUs have been presented to the public officially on February 23 and 24, 2006. Benefiting from already existing ETC and VICS communication infrastructure Smartway could become the first operational communication based driver information and warning system in the world!

d. Internet ITS

The Internet ITS Consortium is acting to accomplish the following 3 objectives⁴⁸:

- To create a development scenario for the social infrastructure of Internet ITS
- To develop, popularize and standardize Internet ITS technology
- To incubate new business

3.4.3 Europe

a. The i2010 Intelligent Car Initiative

In June 2005, the European Commission adopted the i2010 initiative: European Information Society 2010 to accelerate the deployment of intelligent vehicle systems on European and international markets, using a mix of policy, research and communications instruments. As one of the three flagship projects proposed by the i2010 initiative, the EC issued a new Communication: Intelligent Car Initiative, "Raising Awareness of ICT for Smarter, Safer and Cleaner Vehicles"⁴⁹.

The Intelligent Car Initiative, presented in this Communication, has three objectives:

- to co-ordinate and support the work of stakeholders through the eSafety Forum
- to support research and technological development for smarter, cleaner and safer vehicles
- to create awareness of ICT-based solution for safer and more efficient transport
-

Within the first objective, the work will address the issues of spectrum needs for cooperative systems. The i2010 Intelligent Car Initiative will offer the highest level political support and a coordination mechanism for the discussions on spectrum implications.

b. eSafety Forum

The eSafety Forum was established in 2002 to promote and accelerate the development, deployment and use of Intelligent Vehicle Safety Systems⁵⁰.

In March 2005, the Forum established a new **Working Group on Communications**. The group will play a crucial role in defining the European approach to the communications aspects of the Intelligent Vehicle Safety Systems. The group will focus especially on spectrum issues and standardisation, and will also follow the international developments in the U.S. and Japan.

The **Implementation Road Map Working Group** analyses how to promote the deployment of these systems in future, and solutions to encrease market penetration and customer awareness (e.g. incentives).

ITS can be applied in support of "cleaner mobility" by improving communication and the collection and flow of information amongst vehicles and infrastructure in order to manage a smoother, more flexible traffic flow of people and goods and in the most cost-efficient way. The **ICT for Clean Mobility Working Group** promotes the environmental benefits produced by ITS applications for traffic efficiency, for example traffic management systems that reduce vehicles' delay leading to less fuel consumption and lower emissions. This new Working Group is also looking towards ITS systems and services that specifically address environmental objectives.

The **eSafety Security Working Group** investigates eSecurity needs, which address the vulnerability of Road Transport introduced by the misuse of networked and co-operative systems, and which are compatible with legal and certification aspects.

c. COMeSafety

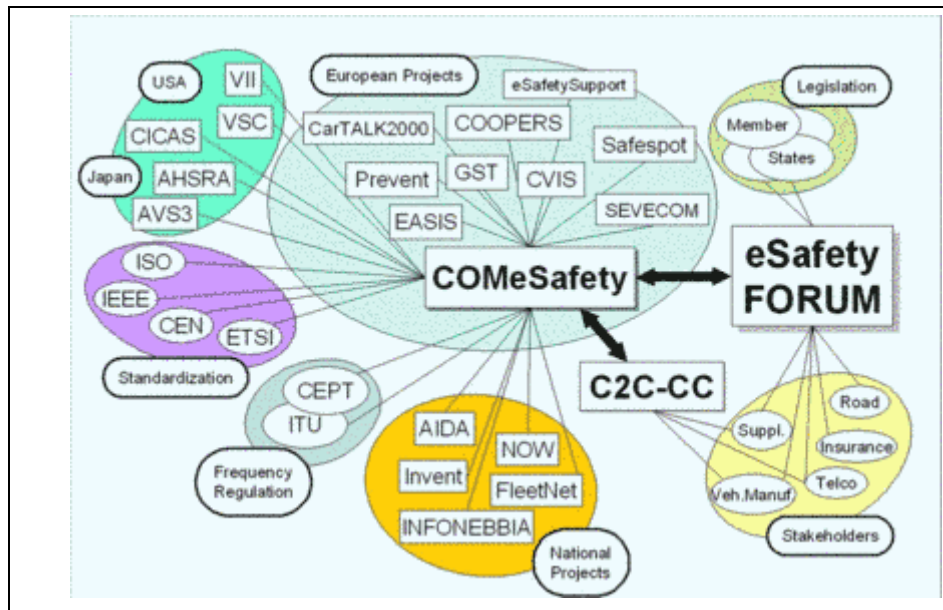


Figure 17 EC eSafety programs and relations

The COMeSafety Project (FP6) supports the eSafety Forum with respect to all issues related to vehicle-to-vehicle and vehicle-to-infrastructure communications as the basis for cooperative intelligent road transport systems⁵¹.

COMeSafety provides a platform for both the exchange of information and the presentation of results. Regular electronic newsletters and publications at major conferences and press events complement the dissemination efforts. For European and worldwide harmonization, liaisons are established and workshops are organized to bring together the eSafety Forum and all stakeholders. COMeSafety provides an open integrating platform, aiming for the interests of all public and private stakeholders to be represented.

Consolidated results and interests are submitted to the European and worldwide standardisation bodies. Especially the European frequency allocation process is being actively supported by participating in ETSI and CEPT technical groups. Relevant ISO and IEEE work will also be considered. With liaisons to all relevant stakeholders, the provision of information and preparation of strategic guidelines COMeSafety supports directly the eSafety Forum on the items of cooperative systems for road safety and traffic efficiency, which will speed up the system deployment.

d. Global System for Telematics (GST)

GST is an integrated research project co-funded by the European Commission Information Society Technologies among the initiatives of the 6th Framework Program⁵². The main idea was to agree on standards allowing to establish a telematics market (business oriented).

This project extends the results from the "Third Generation Telematics (3GT)" project, in which a set of basic entities and a feasibility study was agreed upon, and defines a number of eSafety oriented applications on top of an **Open Telematics Software**

Platform. The outcome of this project is that there is an agreement on an initial system, protocols, interfaces and critical components by all major public and private stakeholders, but no clear agreement on communication protocols, authentication and authorization.

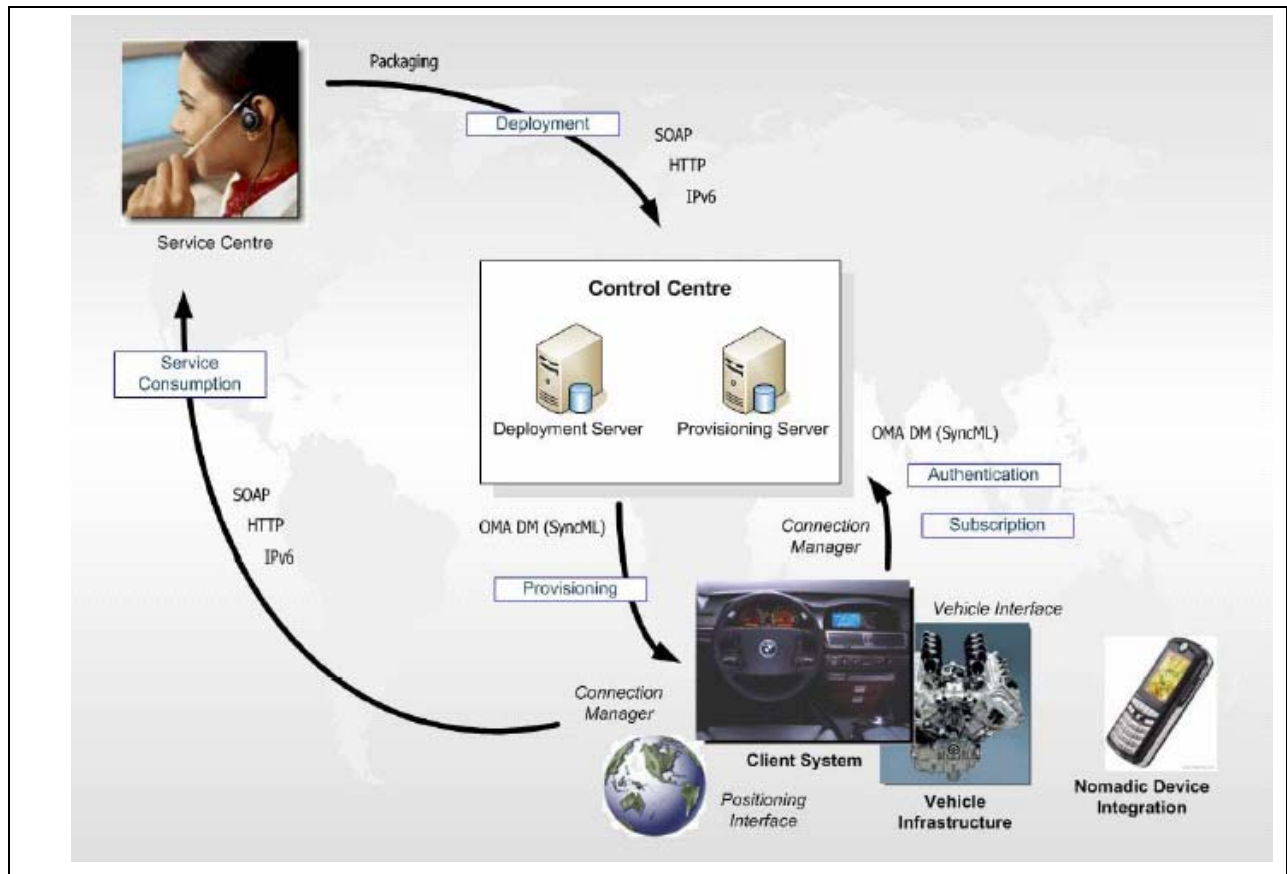


Figure 18: GST Architecture

There are 7 subprojects:

- Open Systems – Basic Open Telematics Framework
- Security – Secure communication, authentication and authorization
- Service Payment – Payment framework
- Enhanced Floating Car Data – extended vehicle probe data
- Rescue – eCall, use of GST for emergency services
- Safety Channel – Priority message channel
- Certification – Certification of a GST system

The GST project ended with a final workshop in Brussels in February 2007. Since then, the GST activities are continued in several follow up projects, including CVIS, Safespot en Sevecom (see further).

e. Cooperative Vehicle Infrastructure Systems (CVIS) ⁵³

CVIS is an integrated research project co-funded by the European Commission Information Society Technologies among the initiatives of the 6th Framework Program. The goal of CVIS is to create pre-requisite conditions for widespread take-up of cooperative vehicle-infrastructure systems & services⁵⁴:

- open, standards-based communications/ positioning/networking platform for both in-vehicle and RSU
- use all suitable comms infrastructure (existing & new)
- continuous (IP) connection V2V, V2I
- harmonised core application/service software
- range of attractive services - safety, efficiency, user
- positive business case for authorities, operators, service providers, manufacturers - and for user
- sustainable deployment road-map, no show-stoppers

The CVIS platform that allows to bring cooperative services "on the road", is called the reference execution platform, comprising components that work closely together and that have been developed and implemented by one of the following technical subprojects:

- COMM for components for communication and networking
- FOAM for the open framework for the development, deployment, provisioning and management of end-to-end road management and transport safety applications
- POMA for components for the positioning, map update, location referencing and dynamic local maps of current driving conditions
- COMO for the components for hybridised probe-vehicle and infrastructure-based monitoring data collection, access and fusion

The new communication technologies (COMM) form the essential core of the CVIS integrated project. The management framework for deploying, maintaining and running CVIS applications (FOAM) will not only provide seamless communication connectivity, but also access to the required high definition positioning and location referencing services (POMA) that will need to accompany communication in order to allow cooperation with relevant entities (both vehicles and roadside equipment) in a constantly changing network topology.

Note that the cooperative monitoring sub-project (COMO) is working on both the core technology, and a reference application. The services will be bundled in different ways, ranging from full integration with applications and components down to a simple "CVIS modem" type of operation that allows easy connection to existing legacy systems.

The CVIS sub-projects will produce the following key results:

- a multi-channel terminal capable of maintaining a continuous Internet connection over a wide range of carriers, including cellular, mobile Wi-Fi networks, infra-red or short-range microwave channels, ensuring full interoperability in the communication between different makes of vehicle and of traffic management systems;

- an open architecture connecting in-vehicle and traffic management systems and telematics services at the roadside, that can be easily updated and scaled up to allow implementation for various client and back-end server technologies;
- techniques for enhanced vehicle positioning and the creation of local dynamic maps, using satellite positioning, radio triangulation and the latest methods for location referencing;
- extended protocols for vehicle, road and environment monitoring to allow vehicles to share and verify their data with other vehicles or infrastructure nearby, and with a roadside service centre
- application design and core software development for:
 - cooperative urban network management, cooperative area destination-based control, cooperative acceleration/deceleration and dynamic bus lanes;
 - enhanced driver awareness and cooperative traveller assistance on inter-urban highways;
 - commercial vehicle parking and loading zones booking and management, monitoring and guidance of hazardous goods and vehicle access control to sensitive areas.
 - deployment enabling toolkit in the form of models, guidelines and recommendations in the areas of openness and interoperability; safe, secure and fault-tolerant design; utility, usability and user acceptance; costs, benefits and business models; risks and liability; cooperative systems as policy tool; and deployment road-maps.

f. SAFESPOT

SAFESPOT is an integrated research project co-funded by the European Commission Information Society Technologies among the initiatives of the 6th Framework Program. The objective is to understand how intelligent vehicles and intelligent roads can cooperate to produce a breakthrough for road safety. The aim is to prevent road accidents developing a Safety Margin Assistant that detects in advance potentially dangerous situations and that extends in space and time drivers' awareness of the surrounding environment. The Safety Margin Assistant will be an Intelligent Cooperative System based on Vehicle to Vehicle (V2V) and Vehicle to Infrastructure (V2I) communication⁵⁵.

The key aspect of the project is to expand the time horizon for acquiring safety relevant information for driving, as well as to improve the precision, the reliability and the quality of driver information, and to introduce new information sources.

Its key objectives are:

- to improve the range, quality and reliability of the safety-related information available to "intelligent vehicles" by providing "extended co-operative awareness" through the real time reconstruction of the driving context and environment;
- to support drivers preventively to the proper manoeuvres in the different contexts;
- to optimise the intervention of vehicle controls with respect to critical situations;
- to manage existing incidents to minimise further negative safety impact;
- to open the development of new safety applications based on the cooperative approach;
- to increase safety for all road users

Key project activities are focused on:

- the use of both the infrastructure and the vehicles as sources (and destinations) of safety-related information and develop an open, flexible and modular architecture and communication platform;
- the development of key enabling technologies: ad-hoc dynamic networking, accurate relative localisation, dynamic local traffic maps;
- the development of a new generation of infrastructure-based sensing techniques;
- the development and test scenario-based applications to evaluate the impacts and the end-user acceptance;
- the definition of practical system implementation strategies, especially in the initial period when not all vehicles will be equipped;
- the evaluation of liability aspects, regulations and standardisation issues which can affect the implementation: the involvement of public authorities from the early stages will be a key factor for future deployment

g. Secure Vehicular Communication (Sevecom)

Sevecom is an EU-funded project that focuses on providing a full definition and implementation of security requirements for vehicular communications⁵⁶. The Sevecom vision is that future vehicular communication and inter-vehicular communication infrastructures will be widely deployed in order to bring the promise of improved road safety and optimised road traffic.

Sevecom addresses security of the future vehicle communication networks, including both the security and privacy of inter-vehicular communication and of the vehicle-infrastructure communication. Its objective is to define the security architecture of such networks, as well as to propose a roadmap for integration of security functions in these networks.

Sevecom will focus on communications specific to road traffic. This includes messages related to traffic information, anonymous safety-related messages, and liability-related messages. The following research and innovation work is foreseen:

- Identification of the variety of threats: attacker's model and potential vulnerabilities; in particular, study of attacks against the radio channel and transferred data, but also against the vehicle itself through internal attacks, e.g., against TCU (Telematics Control Unit), ECU (Electronic Control Unit) and the internal control bus.
- Specification of an architecture and of security mechanisms which provide the right level of protection. It will address issues such as the apparent contradiction between liability and privacy, or the extent to which a vehicle can check the consistency of claims made by other vehicles. The following topics will be fully addressed: Key and identity management, Secure communication protocols (including secure routing), Tamper proof device and decision on crypto-system, Privacy. The following topics will be investigated in preparation of further work: Intrusion Detection, Data consistency, Secure positioning, Secure user interface.
- The definition of cryptographic primitives which take into account the specific operational environment. The challenge is to address the variety of threats, the sporadic connectivity created by moving vehicles and the resulting real-time constraints and the low-cost requirements of embedded systems in vehicles. These primitives will be adaptations of existing cryptosystems to the VC environment.

h. Co-operative Systems for Intelligent Road Safety (COOPERS)

COOPERS stands for CO-OPERative SystEMs for Intelligent Road Safety and is an European research and development (R&D) and innovation activity within the Call 4 (Co-operative Systems and in vehicle integrated safety systems) of the 6th Framework Programme by the European Commission - Information Society and Media. The project started in February 2006 with the duration of 48 months and a total Budget of more than 16.800.000 €.

COOPERS focuses on the development of innovative telematics applications on the road infrastructure with the long term goal of a "Co-operative Traffic Management" between vehicle and infrastructure, to reduce the self opening gap of the development of telematics applications between car industry and infrastructure operators.

In the COOPERS vision, vehicles are connected via continuous wireless communication with the road infrastructure on motorways and exchange data and information relevant for the specific road segment to increase overall road safety and enable Co-operative Traffic Management. The mission of the project is to define, develop and test new safety related services, equipment and applications using two way communication between road infrastructure and vehicles from a traffic management perspective. COOPERS will build upon existing equipment and infrastructure as far as possible to incorporate bi-directional infrastructure-vehicle links as an open standardised wireless communication technology. The role of motorway operators in offering and retrieving safety relevant and traffic management information for specific road segments on European motorways based on infrastructure and in-vehicle data will be investigated.

i. other eSafety FP6 projects

The following table gives an overview of eSafety related FP6 RTD projects⁵⁷.

ACRONYM	TITLE	WEBSITE
AIDE	Adaptive Integrated Driver-Vehicle Interface	www.aide-eu.org/
AIRNET	Airport Network for Mobiles Surveillance and Alerting	www.airnet-project.com
ATESST	Advancing Traffic Efficiency and Safety through Software Technology	www.atesst.org
COM2REACT	COoperative CoMMunication System TO Realise Enhanced Safety And Efficiency In European Road Transport	
COMeSAFETY	Encompasses five main activities dedicated to cooperative safety systems	www.comesafety.org/

COOPERS	Co-operative Systems for Intelligent Road Safety	www.coopers-ip.eu
COVER	Semantic driven cooperative vehicle infrastructure systems for advanced eSafety applications	www.ist-cover.org
CVIS	Cooperative Vehicle-Infrastructure Systems	www.cvis-project.org
CYBERCARS2		www.cybercars.org
EASIS	Electronic Architecture and System Engineering for Integrated Safety Systems	www.easis.org
eIMPACT	Socio-economic Impact Assessment of stand-alone and co-operative intelligent vehicle safety systems (IVSS) in Europe	www.eimpact.info
eSAFETYSUPPORT		www.esafetysupport.org
ESCOPE	eSafety Observatory	www.escope.info
EU-INDIA	Cooperation between Europe and India on eSafety	www.euindia.info
EURAMP	European Ramp Metering Project	www.euramp.org
FEEDMAP	Technical and commercial feasibility assessment of map data feedback loops applied to the ActMAP framework	
FRICTION	On-board Measurement of Friction and Road Slipperiness to Enhance the Performance of Integrated Cooperative Safety Systems	friction.vtt.fi
GOODROUTE	Dangerous GOODS Transportation ROUTing, Monitoring and Enforcement	www.goodroute-eu.org
GST	A Global System for Telematics	www.gstproject.org

	enabling on-line safety services	
HIGHWAY	breakthroughH Intelligent maps & Geographic tools for the context aWaredelivery of e-safety & added-value services	www.ist-highway.org
HUMANIST	Human Centred Design for Information Society Technology	www.noehumanist.org
IM@GINE-IT	Intelligent Mobility AGents,Advanced Positioning and Mapping Technologies INtEgration Interoperable MulTimodal, location-based services	www.imagineit-eu.com
ISHTAR	Industrial Stimuli for the HarmonisaTion of EuropeAn Research in the area of Location Based Services	
ISMAEL	Intelligent Surveillance and Management Functions for Airfield Applications Based on Low Cost Magnetic Field Detectors	www.ismael-project.net
I-WAY	Intelligent co-operative system in cars for road safety	www.iway-project.eu
MORYNE	EnhanceMent of public transpORT efficiency through the use of mobile seNsor nEtworks	www.fp6-moryne.org
PREVENT	PReVENTive and Active Safety Applications	www.prevent-ip.org/
REPOSIT	RElative POSitioning for collision avoidance sysTems	www.ist-reposit.org
SAFE-AIRPORT	Development of an Innovative Acoustic System for the Improvement of Co-operative Air Traffic Management	www.safe-airport.com/Home_vera.htm
SAFESPOT	Co-operative Systems for Road Safety "Smart Vehicles on Smart Roads"	www.safespot-eu.org
SAFETEL	Safe Electromagnetic Telecommunication on Vehicle	www.safetel-project.com
SAFETY	Training System on New Safety	www.safety-

TECHNOPRO	Technologies for Road Transport Addressed to Professional Bodies of the Automotive Sector	technopro.info
SEiSS	Exploratory study on the potential socio-economic impact of the introduction of intelligent safety systems in road vehicles	www.vdivde-it.de/SEiSS/
SEVECOM	SEcure VEhicle COmmunication	www.sevecom.org/
SPARC	Secure Propulsion using Advanced Redundant Control	www.sparc-eu.net
TRACE	TRaffic Accident Causation in Europe	www.trace-project.org
TRACKSS	Technologies for Road Advanced Cooperative Knowledge Sharing Sensors	www.trackss.net
WATCH-OVER	Vehicle-to-vulnerable road user cooperative communication and sensing technologies to improve transport safety	www.watchover-eu.org/

Table 12: overview of safety related FP6 RTD projects

3.5 Industrial organizations

ITS technology is not only endorsed by governments and standardization bodies, the industry is also showing a great interest in the potential of these new systems. Several industrial organizations exist that unite the different industrial players in the ITS world. The most important national and international organizations are described below.

3.5.1 ERTICO

ERTICO is a European multi-sector, public/private partnership pursuing the development and deployment of Intelligent Transport Systems and Services (ITS)⁵⁸. It facilitates the safe, secure, clean, efficient and comfortable mobility of people and goods in Europe through the widespread deployment of ITS.

Specifically, ERTICO:

- provides a platform for its Partners to define common research & development needs
- acquires and manages publicly funded ITS development & deployment projects on behalf of its Partners
- formulates and communicates the necessary European framework conditions for the deployment of ITS

- enhances the awareness of ITS benefits amongst decision makers and opinion leaders

Safety-related initiatives involving ERTICO:

- ADASIS Forum — advancing map-enhanced driver assistance systems
- AIDE — allowing safer roads with adaptive driver assistance systems
- ERTRAC — coordinating European road transport research
- eSafety Forum — progressing preventive and active safety
- FeedMAP — enabling quick and inexpensive map updates
- GST — creating easy access to dynamic safety services
- GST Open Systems — facilitating an open telematics mass market
- GST RESCUE — improving emergency services' response time
- GST Safety Channel — helping safer and more efficient mobility with dynamic traffic information
- HeavyRoute — supporting quicker and safer freight transport
- IP PReVENT— supporting the driver, preventing accidents
- MAPS&ADAS — using digital maps to improve road safety
- RESPONSE3 — bringing ADAS to market quickly and safely
- SAFESPOT — supporting smart vehicles on safe roads
- SpeedAlert Forum — keeping drivers informed of speed limits at all times

3.5.2 Car 2 car communication consortium

The CAR 2 CAR Communication Consortium⁵⁹ is dedicated to the objective of further increasing road traffic safety and efficiency by means of inter-vehicle communications.

The mission and the objectives of the CAR 2 CAR Communication Consortium are

- to create and establish an open European industry standard for CAR 2 CAR communication systems based on wireless LAN components and to guarantee European-wide inter-vehicle operability
- to enable the development of active safety applications by specifying, prototyping and demonstrating the CAR 2 CAR system
- to promote the allocation of a royalty free European wide exclusive frequency band for CAR 2 CAR applications
- to push the harmonisation of CAR 2 CAR Communication standards worldwide
- to develop realistic deployment strategies and business models to speed-up the market penetration.

The radio system for the CAR 2 CAR Communication is derived from the standard IEEE 802.11, also known as Wireless LAN. As soon as two or more vehicles are in radio communication range, they connect automatically and establish an ad hoc network. As the range of a single Wireless LAN link is limited to a few hundred meters, every vehicle is also router and allows sending messages over multi-hop to further vehicles. The routing algorithm is based on the position of the vehicles and is able to handle fast changes of the ad hoc network topology.

3.5.3 *Flandersdrive*

Flanders' DRIVE is the innovation excellence pool and platform for the Flemish vehicle industry⁶⁰. Flanders' DRIVE aims at strategically strengthening the product development capacity of the vehicle supplier industry in Flanders. By this means, the supplier industry will stand stronger facing up to the competition on a European and global level.

Flanders' DRIVE supports the vehicle suppliers with know-how through the Flanders' DRIVE Network on the one hand, and infrastructure through the Flanders' DRIVE Engineering Centre on the other.

The Flanders' DRIVE Network supports companies in their efforts for innovation regarding product development in the vehicle industry. Collaboration between the members is the most important asset of the network. The core business of the Flanders' DRIVE Network as a non profit organization consists of three main objectives:

- Stimulation of innovation
- Technological consultancy
- Cluster projects

The Flanders' DRIVE Network also enables companies to make use of:

- The infrastructure of the Flanders' DRIVE Engineering Center
- The test infrastructure of Lommel Proving Ground
- The test infrastructure of the Automotive Electronics Technology Center

The Flanders' DRIVE Engineering Center offers a wide variety of state-of-the-art facilities for the development and testing of vehicles and components. CAD/CAE engineering as well as a unique high-end technology test infrastructure are at the customer's disposal. The facilities can be hired according to the real needs of the product developer. This is a significant advantage for the client, as he does not need to make substantial investments. Flanders' DRIVE has concluded a cooperation agreement with Lommel Proving Ground, enabling its members to carry out road tests at favorable conditions. The unique combination of virtual design, lab tests and road tests is the main asset of the Flanders' DRIVE Engineering Center.

3.5.4 *Telematics cluster*

The Telematics Cluster / ITS Belgium is a member-organization stimulating innovation and collaboration in the sector of intelligent telematics solutions⁶¹:

- Intelligent Transport Systems (ITS): Traffic management, E-Tolling, Safety Systems, Mobility Info
- Professional Telematics: Fleet & Mobile Workforce Management, Telematics in the Transport sector and specific markets

The members of the Telematics Cluster form a unique platform of all stakeholders in the business:

- Technology: Mobile Operators, HW, SW, LBS, Integrators
- Users: Automotive, Governments, Fleets, Leasing, Insurance
- Academic Institutes

It is their mission to assist their members in building a solid future-proof telematics strategy in a European context. They believe in a pragmatic project-based approach, where networking events and individual advice are combined with workshops and validation projects.

Current projects:

- ITS Test Bed
- eCall
- Services for the goods transport sector: In-vehicle Information Hub
- Services for the goods transport sector: Mobility Information Networks
- Telematics for the insurance sector
- Telematics for the leasing and rental sector
- Door-to-door Multimodal Traffic and Traveller Information
- Ticketing services for public transport
- Feedmap - Feeding Public Safety Information into Digital Map Databases
- Market Data
- Mechanisms for Member Advantages at Fairs and in Publications

3.5.5 innovITS

In response to recommendations from the Automotive Innovation & Growth Team (AIGT), a centre of excellence called innovITS has been established in the UK.

The ITS Centre of Excellence will seek out inventive telematics technology to integrate on a realistic scale and validate that it delivers value to road users and transport operators. As a result, it will act as a catalyst for subsequent deployment and commercial exploitation.

InnovITS leads the ITS Knowledge Transfer Network which provides a platform to bring together industry thinking, to stimulate collaborative working across ITS industries and services, and to inform the direction of ITS research and development. InnovITS also links businesses and research organisations to the ITS Innovation Platform. The Technology Strategy Board (TSB) has introduced Innovation Platforms as a new way of providing opportunities to position business and government closer together, generating more innovative solutions to major policy challenges.

3.6 Technologies

3.6.1 WAVE (IEEE 802.11p)

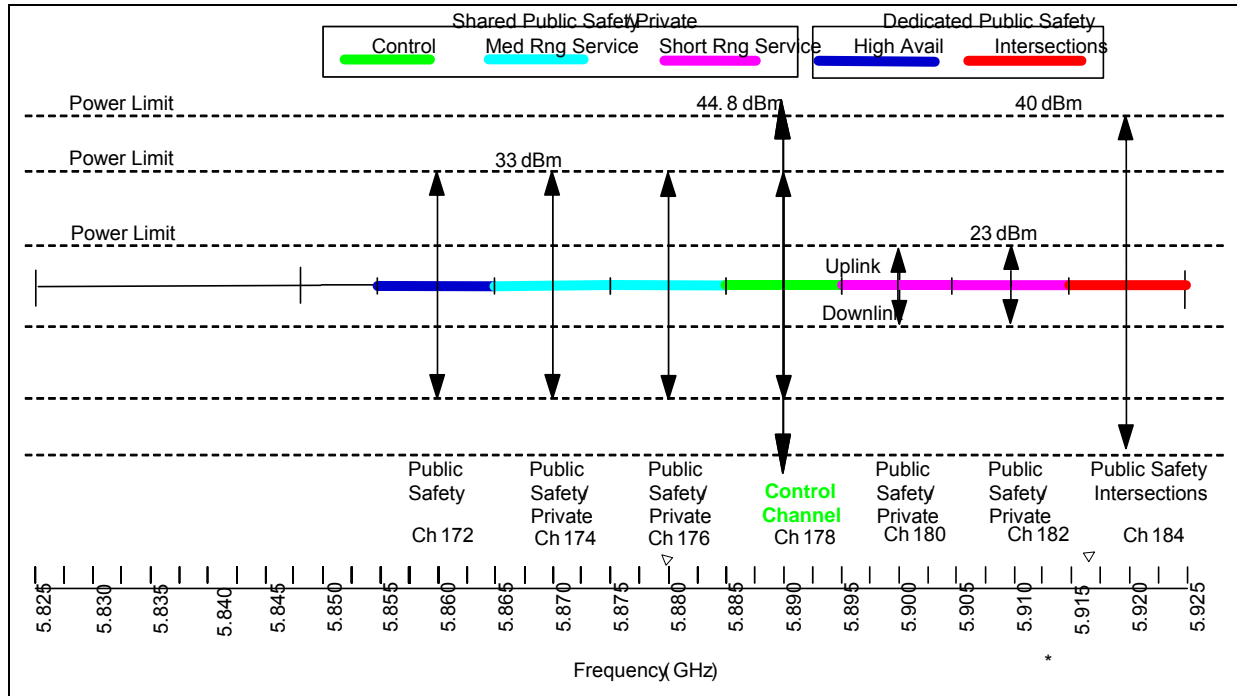


Figure 19 DSRC 5.9GHz channels

The technology for DSRC-5.9GHz ITS wireless communications is based on the draft standard, IEEE 802.11p, Wireless Access to Vehicular Environments (**WAVE**) mode. The upper layer protocols and services requirements are described by the IEEE 1609 family of standards that use IEEE 802.11 amendment 802.11p as MAC and PHY layer protocol:

- IEEE 802.11p: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and physical layer (PHY) specifications: Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE). Defines the Lower Layers of the communications stack, radio wave forms and wireless medium access procedures. The PHY is a variation of the OFDM based IEEE 802.11a standard. It takes exactly the same signal processing and specification from IEEE 802.11a except for the following changes: it operates at a frequency band of 5.9 GHz, it allows higher Effective Isotropic Radiated Power (EIRP), and it uses smaller bandwidth channels (10 MHz), halving the available data rates. On the MAC layer, Prioritized channel access in IEEE 802.11p uses the Enhanced distributed channel access (EDCA) mechanism originally provided by IEEE 802.11e. (Stibor, Zang and Reumerman, 2007)
- IEEE 1609.4: WAVE Multi-Channel Operation. Provides DSRC frequency band coordination and management, manages lower layer usage of the seven DSRC channels and integrates tightly with IEEE 802.11p.
- IEEE 1609.3: WAVE Networking Services. Provides description and management of the DSRC Protocol Stack, application interfaces, network configuration management and WAVE Short Message (WSM) transmission and reception
- IEEE 1609.2: WAVE Security Services for Applications and Management Messages. Defines 5.9 GHz DSRC security (formerly IEEE 1556), anonymity, authenticity and confidentiality.

- IEEE 1609.1: WAVE Resource Manager. Defines the Resource Manager Application data read/write protocols between a road side unit (RSU) and an on-board unit (OBU)

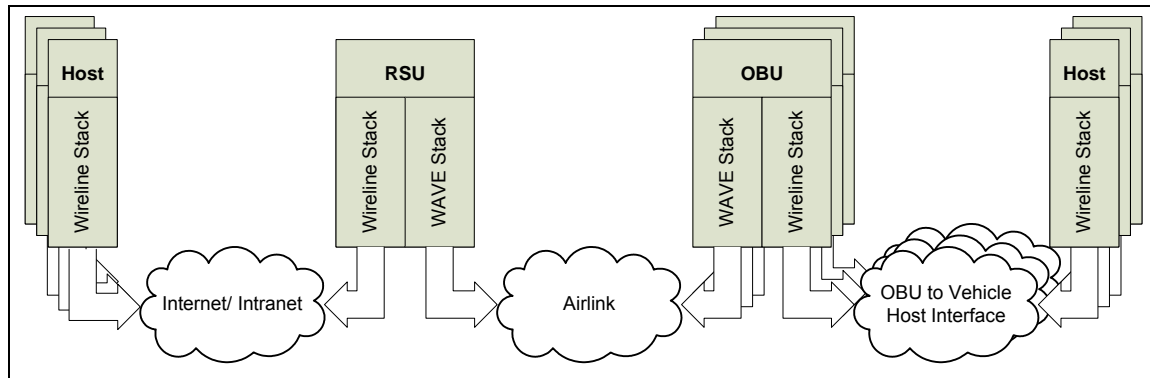


Figure 20 WAVE devices in a network

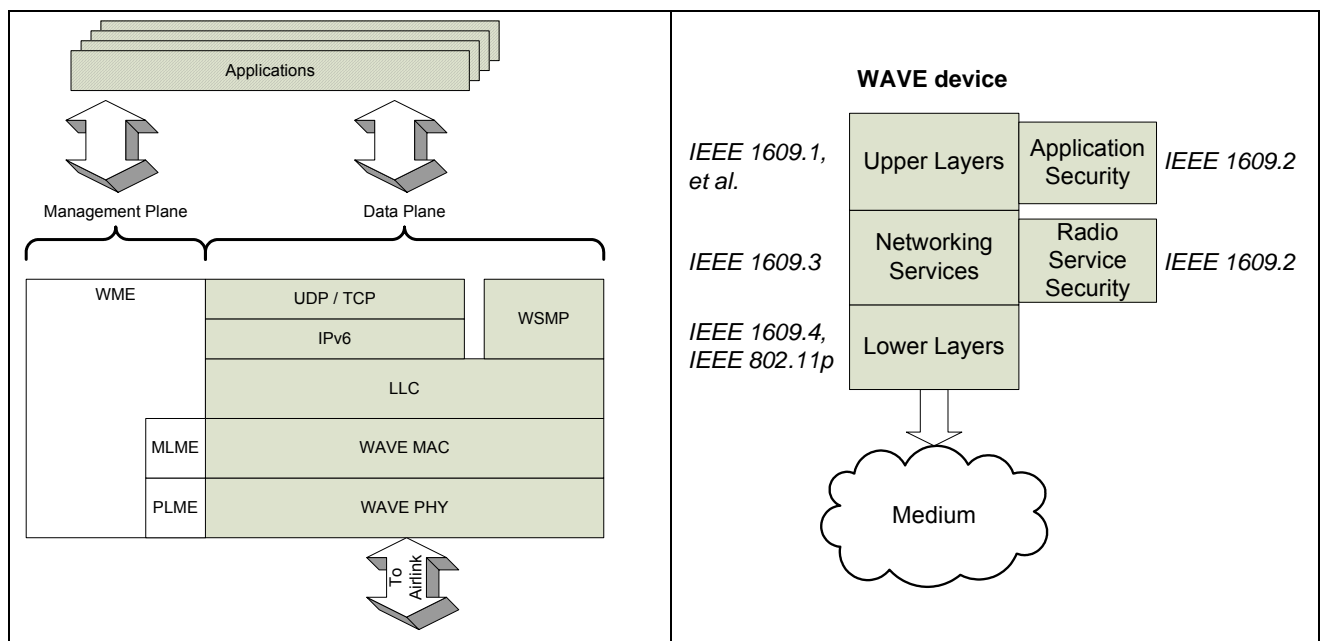


Figure 20 WAVE protocol stack and WAVE device architecture with standards relation

In the **US**, the Dedicated Short Range Communication 5.9GHz band was allocated for use for Intelligent Transportation System by the Federal Communication Commission (FCC). The ITS program is managed by the Federal Highway Administration, Joint Program Office for ITS.

In **Europe**, the spectrum requirements have been discussed within several bodies. CEPT has been mandated by the Radio Spectrum Committee (RSC) to validate the spectrum requirements for safety critical applications of ITS in the EU, to define the needed level of protection, to perform compatibility studies and to propose a work plan. The CEPT validation of the spectrum requirements for road safety and traffic efficiency ITS applications articulated by the industry resulted in an anticipated need for 30-50MHz. The compatibility study (Electronic Communications Committee, 2007) results show that protection will be feasible in the range from 5.855 to 5.925 GHz. The situation is summarised in the diagram of figure 6 (source: Søren Hess, Hess Consult). Based on the

report 101 and two other ECC reports (ECC report 109 and ECC report 110⁶²), an ECC Decision will be made and published. At the moment, a draft version is available online⁶³, that decides that “CEPT administrations shall designate the frequency sub-band 5875-5905 MHz for ITS road safety applications; and CEPT administrations shall consider within a future review of this Decision the designation of the frequency sub band 5905-5925 MHz for an extension of ITS spectrum noting that protection of ITS can not be ensured in this band. This Decision would be subject to the regular three-year review process within the ECC which would include evidence of future market needs.” This draft version is expected to be finalised and approved in the following months. When it is approved, it will be published online⁶⁴.

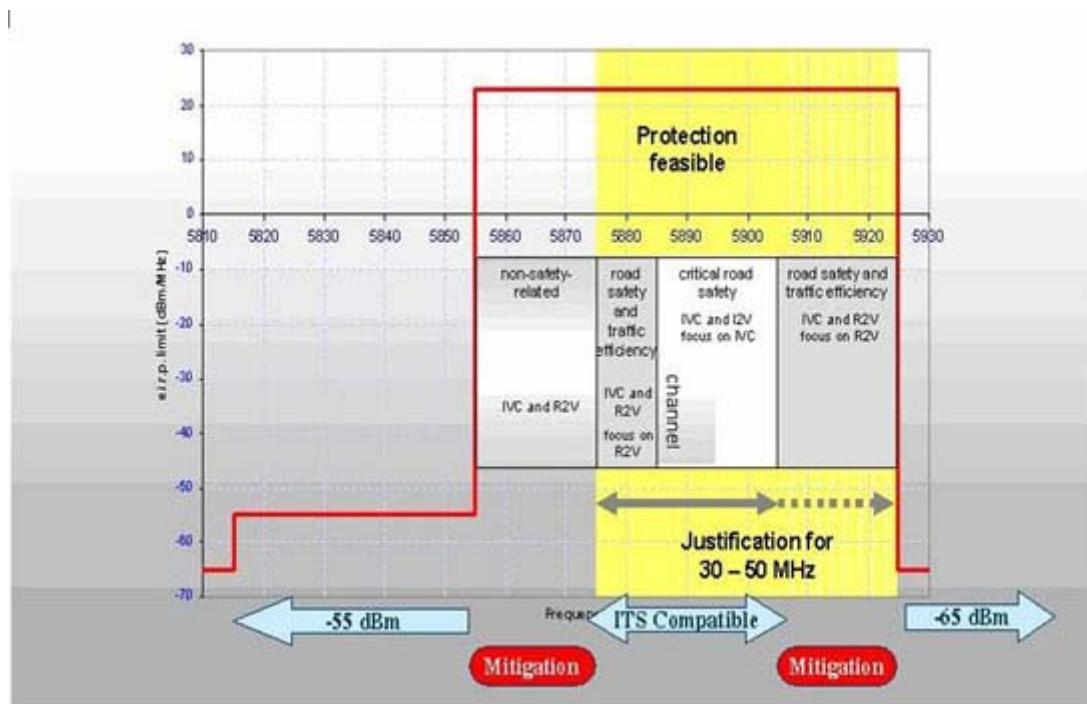


Figure 21: DSRC spectrum allocation in Europe

WAVE technology is mentioned in many ITS publications as the upcoming technology for vehicle-to-vehicle communication (Stibor, Zang and Reumerman, 2007), (Hayashi, Fukuzawa, Ichikawa et al, 2007). It can also be used for vehicle-to-infrastructure communication, but this requires the installation of devices along the roads (e.g. COOPERS project). WAVE technology has the advantage that it has a low cost (since it is based on the widespread IEEE 802.11 technology, and it uses free spectrum), and it has the potential to offer low latency car-to-car services that cellular technology such as GPRS and UMTS cannot offer (Wewetzer, Caliskan, Meier and Luebke, 2007). The WLAN based approach is also the preferred solution of the Car 2 Car consortium. However, more research is necessary to develop the technology, since the current draft standard suffers from scalability problems: it can not cope with many high priority messages in a dense scenario (Eichler), (Kosh, Adler, Eichler, et al, 2006).

3.6.2 GSM/GPRS

General Packet Radio Service (GPRS) is a Mobile Data Service available to users of Global System for Mobile Communications (GSM) and IS-136 mobile phones. It provides data rates from 56 up to 114 kbps⁶⁵.

GPRS data transfer is typically charged per kilobyte of transferred data, while data communication via traditional circuit switching is billed per minute of connection time, independent of whether the user has actually transferred data or has been in an idle state. GPRS can be used for services such as Wireless Application Protocol (WAP) access, Short Message Service (SMS), Multimedia Messaging Service (MMS), and for Internet communication services such as email and World Wide Web access.

2G cellular systems combined with GPRS is often described as "2.5G", that is, a technology between the second (2G) and third (3G) generations of mobile telephony. It provides moderate speed data transfer, by using unused Time division multiple access (TDMA) channels in, for example, the GSM system. Originally there was some thought to extend GPRS to cover other standards, but instead those networks are being converted to use the GSM standard, so that GSM is the only kind of network where GPRS is in use. GPRS is integrated into GSM Release 97 and newer releases. It was originally standardized by European Telecommunications Standards Institute (ETSI), but now by the 3rd Generation Partnership Project (3GPP).

E-GPRS, or EDGE, is a further evolution of GPRS and is based on more modern coding schemes. With EDGE the actual packet data rates can reach around 180 kbit/s (effective). EDGE systems are often referred to as "2.75G Systems".

The advantage of GPRS is that it is widely available, it is deployed in many places where GSM is used. The downside is that the provided data rate is relatively small, and it suffers from high latencies. On the long run, GPRS will probably be replaced by UMTS, WiMAX and/or MBWA.

3.6.3 UMTS

Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) is one of the third-generation (3G) cell phone technologies. Currently, the most common form of UMTS uses W-CDMA as the underlying air interface. It is standardized by the 3GPP, and is the European answer to the ITU IMT-2000 requirements for 3G cellular radio systems.⁶⁶

To differentiate UMTS from competing network technologies, UMTS is sometimes marketed as 3GSM, emphasizing the combination of the 3G nature of the technology and the GSM standard which it was designed to succeed.

UMTS, using W-CDMA, supports up to 14.0 Mbit/s data transfer rates in theory (with HSDPA), although at the moment users in deployed networks can expect a transfer rate of up to 384 kbit/s for R99 handsets, and 3.6 Mbit/s for HSDPA handsets in the downlink connection.

Since 2006, UMTS networks in many countries have been or are in the process of being upgraded with High Speed Downlink Packet Access (HSDPA), sometimes known as 3.5G. Currently, HSDPA enables downlink transfer speeds of up to 7.2 Mbit/s. Work is also progressing on improving the uplink transfer speed with the High-Speed Uplink Packet Access (HSUPA). Longer term, the 3GPP Long Term Evolution project plans to move UMTS to 4G speeds of 100 Mbit/s down and 50 Mbit/s up, using a next generation air interface technology based upon OFDM.

UMTS supports mobile videoconferencing, although experience in Japan and elsewhere has shown that user demand for video calls is not very high. Other possible uses for UMTS include the downloading of music and video content, as well as live TV.

The advantage of UMTS is that it offers higher data rates than GPRS. It can also support fast moving users, but it has to be mentioned that bandwidth drops significantly for fast moving users. For existing GSM operators, it is a simple but costly migration path to UMTS: much of the infrastructure is shared with GSM, but the cost of obtaining new spectrum licenses and overlaying UMTS at existing towers can be prohibitively expensive. As a result, UMTS end user fees are relatively high. Equal to GPRS, UMTS suffers from high latencies (Wewetzer, Caliskan, Meier and Luebke, 2007).

3.6.4 WiMAX (IEEE 802.16e)

WiMAX is the latest wireless technology to be approved by the IEEE 802.16 working group. It is a standard for point-to-multipoint wireless networking. It's intended to deliver "last mile" broadband connectivity to individual home or business locations and its data rates are comparable with cable and Digital Subscriber Line (DSL) rates. Phone companies are hoping it will be a replacement for their aging legacy wired networks. In fact, it is seen as the wireless replacement for a wired broadband connection. It has the ability to allow users to connect to a wireless Internet service provider even when they roam outside their home or business office. (Ribeiro)

WiMAX is a point-to-multipoint (PMP) technology that operates in the 10 to 66GHz and sub11GHz wavelengths. At higher frequencies, line of sight is a requirement and it is compatible with technologies such as asynchronous transfer mode (ATM) and internet protocol (IP). It can provide service over distances up to 30 miles. The standard covers both media access control (MAC) and physical (PHY) layers for combined fixed and mobile operation in licensed frequency bands. The MAC layer is optimized for longer distances because it was designed specifically to tolerate longer delays and delay variations. WiMAX-based voice service can work on either traditional Time Division Multiplexed (TDM) voice or IP-based voice, also known as Voice over IP (VoIP).

The IEEE 802.16e version is an extension of the IEEE 802.16 standard that was drafted specifically to deal with mobility. It is backward compatible with all IEEE 802.16 standards. And while IEEE 802.16 was conceived as a back-end technology, IEEE 802.16e has the capacity to be adapted for individual computers, and has the quality of service features to support voice. It provides connectivity for high-speed data in both stationary and mobile situations. It will enable mobile users to maintain their network connection while moving at speeds up to between 75-93 miles per hour. The upper speed limit depends on the distance of the access point from the base station as well as other transmission quality issues, i.e., air density, solar flares, electromagnetic radiation, etc.

WiMAX-based solutions include many advantages, such as robust security features, good quality of service, and mesh and smart antenna technology that will allow better utilization of the spectrum resources. The WiMAX-based solutions are set up and deployed like cellular systems using base stations that service a radius of several miles/kilometers. The most typical WiMAX-based architecture includes a base station mounted on a building and shall be responsible for communicating on a point to multi-point basis with subscriber stations located in business offices, homes, and even automobiles.

The advantage of WiMAX in the context of ITS systems is that the data rates are higher than with UMTS. It should support fast moving users, successful test were performed with a 2 Mbit/s connection when travelling at a speed of 100 km/h (Briquet, 2008). However no results are known for higher speeds. Because WiMAX licenses were sold for much lower prices than UMTS licences, this could mean a lower cost toward the end user. The downside of WiMAX is its limited coverage for the moment.

3.6.5 MBWA (IEEE 802.20)

MBWA is being developed by the IEEE 802.20 working group. It is intended to be a mobile broadband technology, targeting high-speed mobile networks. The standard is specifically targeting creation of a reliable, high-speed, wireless voice and data link to be used in high-speed trains and cars traveling up to 155 miles per hour. It seeks to boost real-time data transmission rates in wireless MANs (metropolitan area networks) to speeds that rival DSL and cable connections. It is being designed to operate in small chunks of spectrum, meaning that the required channel bandwidth is small. It has an approximate base station range of 9 miles. (Ribeiro)

IEEE 802.20 will be specified according to a layered architecture, which is consistent with other IEEE 802 specifications. The scope of the working group consists of the physical (PHY), medium access control (MAC), and logical link control (LLC) layers. The air interface will operate in bands below 3.5 GHz and with a peak data rate of over 1 Mbit/s.

The goals of 802.20 and 802.16e "mobile WiMAX", are similar. A draft 802.20 specification was balloted and approved on January 18th, 2006. The baseline specifications that have been proposed for this specification aim considerably higher than those available on our current mobile architecture.

The draft standard's proposed benefits:

- IP roaming & handoff (at more than 1 Mbit/s)
- New MAC and PHY with IP and adaptive antennas
- Optimized for full mobility up to vehicular speeds of 250 km/h
- Operates in Licensed Bands (below 3.5 GHz)
- Utilizes Packet Architecture
- Low Latency

On 8 June 2006, the IEEE-SA Standards Board directed that all activities of the 802.20 Working Group be temporarily suspended. This suspension is effective immediately and will continue in effect until 1 October 2006.

On 15 September 2006, the IEEE-SA Standards Board approved a plan to enable the IEEE 802.20 Working Group to move forward with its work to develop a mobile broadband wireless access standard and provide the best opportunity for its completion and approval.

On 17 July 2007, the IEEE 802 Executive Committee along with its 802.20 Oversight Committee approved a change to voting in the 802.20 working group. Going forward voting was changed from an individual voting member to an entity based system. Since the original allegation of dominance and lack of transparency of the process had been raised this was a possibility. With some of those issues possibly again being an issue the IEEE 802 management groups took this proactive step in another attempt to secure the IEEE process for this particular standard.

The advantage of MBWA is that it should offer high data rates to very fast moving users. The greatest disadvantage of the technology is that it tries to achieve similar goals as mobile WiMAX, but has a few years leeway. Mobile WiMAX is currently in it's deployment phase, while MBWA is still a draft. The future will have to show if there is room for both competing technologies, and if MBWA will be able to break through the momentum of WiMAX.

3.6.6 RDS

Radio Data System, or RDS, is a standard from the European Broadcasting Union for sending small amounts of digital information using conventional FM radio broadcasts. The RDS system standardises several types of information transmitted, including time, track/artist info and station identification. RDS has been standard in Europe and Latin America since the early 1990s, but less so in North America.⁶⁷

RDS uses a 57kHz subcarrier to carry data at 1,187 kbps. The 57 kHz was chosen for being the third harmonic (3×) of the pilot tone for FM stereo, so it would not cause interference or intermodulation with it, or with the stereo difference signal at 38 kHz (2×). The data format utilises error correction.

Traffic Message Channel (TMC) is a technology for delivering traffic and travel information to drivers. At the moment, it is typically digitally coded using the RDS, but it can also be transmitted on DAB or satellite radio. It allows silent delivery of high quality accurate, timely and relevant information, in the language chosen by the user and without interrupting normal services. Services, both public and commercial, are now operational in many European countries.

The advantage of RDS is that it is widely available, and uses cheap-to-produce FM terrestrial broadcast technology. In contrary with wireless communication systems such as GPRS, UMTS, WiMAX and MBWA which are designed for one to one communication, it is a one to many broadcast technology. This makes it cheaper to broadcast traffic information to many users, but can not support sending data from the users to central infrastructure such as traffic centres. The greatest disadvantage as a data broadcast technique is the limited bandwidth of RDS, only 1.2 kbps.

3.6.7 DAB / DMB

Digital Audio Broadcasting (DAB), also known as Eureka 147, is a digital technology for broadcasting radio stations, used in several countries, particularly in Europe. As of 2006, approximately 1,000 stations worldwide broadcast in the DAB format.⁶⁸

The DAB standard was designed in the 1980s, and receivers have been available in many countries for several years. Proponents claim the standard offers several benefits over existing analogue FM radio, such as higher-fidelity audio, more stations in the same broadcast spectrum, and increased resistance to noise, multipath, fading, and co-channel interference. However, listening tests carried out by experts have shown that the audio quality on DAB is lower than on FM due to the fact that 98% of stereo stations in the UK, Denmark, Norway and Switzerland (which are the only countries where DAB sales have taken off) are using bit rates levels that are too low.

WorldDMB, the organisation in charge of the DAB standards, announced a major non-backwardly compatible upgrade to the Eureka 147 system in 2006 when the HE-AAC v2 audio codec (also known as AAC+) was adopted. The new standard, which is called DAB+, has also adopted stronger error correction coding in the form of Reed-Solomon coding. Error-correction coding is an important technology for a digital communication system because it determines how robust the reception will be for a given signal strength - stronger ECC will provide more robust reception than a weaker form.

As DAB+ is not backwards-compatible ordinary DAB receivers cannot receive DAB+ broadcasts, however DAB receivers that will be able to receive the new DAB+ standard via a firmware upgrade went on sale in July 2007. If a receiver is DAB+-upgradeable there will be a sign on the product itself or in the literature for the product, but the vast majority of receivers on sale don't support DAB+ yet.

DAB-related standards Digital Multimedia Broadcasting (DMB) and DAB-IP are suitable for mobile radio and TV both because they support MPEG 4 AVC and WMV9 respectively as video codecs. However, a DMB video sub channel can easily be added to any DAB transmission -- as DMB was designed from the outset to be carried on a DAB sub channel. Currently, DMB is being put into use in a number of countries, although mainly used in South Korea, where it was originally developed.

The advantage of DAB and its derivatives DAB+ and DMB is that it uses cheap to produce FM terrestrial broadcast technology. It is designed for one-to-many communications, and provides more bandwidth than the RDS technology (stable 120 kbps in field test for DAB (Chevul, Karlsson, Isaksson et al, 2005), only 1.2 kbps for RDS), making applications possible that go beyond the capabilities of RDS based systems (e.g. broadcast of road speed information for entire road maps in a few minutes (Cho, Geon, Jeong et al, 2006)).

3.6.8 DVB-H

DVB-H (Digital Video Broadcasting – Handheld) is the new digital broadcast standard for the transmission of broadcast content to handheld terminal devices, developed by the international DVB (Digital Video Broadcasting) Project and published by ETSI (European Telecommunications Standards Institute). DVB-H is based on the DVB-T standard for digital terrestrial television but tailored to the special requirements of the pocket-size class of receivers. (Kornfeld, Reimers, 2005)

The broadband, high-capacity downstream channel provided by DVB-H will feature a total data-rate of several Mbit/s and may be used for audio and video streaming applications, file downloads and for many other kinds of services. The system thereby introduces new ways of distributing services to handheld terminals, offering greatly-extended possibilities for content providers and network operators.

DVB-H, as a transmission standard, specifies the physical layer as well as the elements of the lowest protocol layers. It uses a power-saving algorithm based on the time-multiplexed transmission of different services. The technique, called time slicing, results in a large battery power-saving effect. Additionally, time slicing allows soft handover if the receiver moves from network cell to network cell with only one receiver unit. For reliable transmission in poor signal reception conditions, an enhanced error-protection scheme on the link layer is introduced. This scheme is called MPE-FEC (Multi-Protocol Encapsulation – Forward Error Correction). MPE-FEC employs powerful channel coding on top of the channel coding included in the DVB-T specification and offers a degree of time interleaving. Furthermore, the DVB-H standard features an additional network mode, the 4K mode, offering additional flexibility in designing single-frequency networks (SFNs) which still are well suited for mobile reception, and also provides an enhanced signalling channel for improving access to the various services.

DVB-H is not yet available today, but the European commission has added it to the official list of standards whose use all 27 EU Member States have to actively support and encourage⁶⁹. In Belgium, trials are ongoing in Ghent, Brussels and Mechelen in the IBBT MADUF project and the RTBF DVB-H project⁷⁰.

The advantage of DVB-H is that it offers data rates of several Mbit/s, making all kinds of new applications possible. It is tailored for mobile devices, saving battery power with time slicing and boosting reliable transmission in poor signal reception conditions with an enhanced error-protection scheme. According to DMB related organizations, DVB-H has the disadvantage that DMB requires less transmission power, a DVB-H network is up to ten times as expensive to deploy as a DMB network and DVB-H networks could have problems acquiring frequencies. However, all these arguments were refuted by the DVB project⁷¹.

3.6.9 Conclusion on wireless technologies

Numerous technologies that can be used for ITS applications exist or are in development today. Three distinct groups of technology can be distinguished: Dedicated Short Range Communication (such as WAVE), wireless Wide Area Networks (such as GPRS, UMTS, WiMAX and MBWA) and digital broadcast technologies (such as RDS, DAB, DMB, DVB-H).

Each technology has specific advantages and disadvantages, no technology exists that is the optimal solution for every ITS application. This makes it very hard to recommend to policy makers which technology to use. It is even very well possible that not a single technology, but a combination of several technologies will be combined in ITS implementations. Ideally, the development of ITS applications and architectures should be independent of the used communication technologies. This is exactly the problem that the upcoming ISO TC204/WG16 **CALM** framework tries to solve. It will enable to develop ITS applications which are compatible between different countries, but leaves enough flexibility to policy makers to make autonomous national decisions.

3.7 Policy information

As mentioned before, several European research projects are studying the different aspects of Intelligent Transport Systems. In this section, two reports of European projects are introduced which are very interesting for public authorities and policy makers.

The first report was produced in the scope of the i2010 Intelligent Car Initiative, and is publicly available on the project website (Zwijnenberg, 2007). It is called "Benchmarking Study on activities in promoting and deploying Intelligent vehicle safety systems in the EU ". The study identifies activities of all stakeholders relevant to raising awareness and to the promotion and deployment of intelligent vehicle systems. The stakeholders groups covered by this study include governmental institutions, infrastructure operators, road safety organisations, driver organisations, ITS organisations and industry including the European automobile industry. The findings of the study are mapped to the AUWE concept (Awareness, Understanding, Willingness-to-buy, Equipment) and put all together in to perspective of a life-cycle.

More than 440 stakeholders were identified and the relevant persons contacted between January and May 2007; 188 of them have responded to the web survey. The analysis of the responses provides insight into the level of awareness, promotion and deployment of Intelligent Vehicle Safety systems on a country level (the EU member states, Norway and Switzerland) and on the level of stakeholder groups.

The analysis of the responses led to the conclusions for the level of awareness, promotion and deployment in countries of Europe:

- **Willingness-to-pay:** only a few countries have stakeholders that perform activities addressing willingness to buy, and there is little coordination across stakeholders to address this. This contrasts with 58% of the consumers that cite reasons related to willingness-to-buy for not purchasing IVS systems. This is a gap in campaigns or strategies to accelerate deployment of IVS systems.
- **Coordination of activities on national level:** Coordination of activities on the country level is low or non-existent in the new member states, Ireland, Denmark and Luxembourg. On the other hand, Sweden, Germany, Finland, Spain, the Netherlands, the United Kingdom, France and Austria show cooperation among stakeholders and coordination of activities at the national level. This second group of countries coincides with the countries having large, multi-year research programmes, with one exception.

- **Differences among European countries:** The countries can be classified into phases of IVS systems deployment. The state-of-the-art information on promotion and deployment activities showed that no EU country has fully achieved getting the systems on the road. Seven EU countries have entered the deployment phase: Sweden, Germany, the Netherlands, the UK, Finland, Spain and France. Eight countries currently find themselves in the promotion phase: Denmark, Greece, Italy, Austria, Belgium, Norway, the Czech Republic and Poland. Finally, ten countries find themselves in the start-up phase: Estonia, Lithuania, Latvia, Slovenia, Slovakia, Hungary, Portugal, Switzerland, Ireland and Luxembourg. This situation is mapped in figure 8.

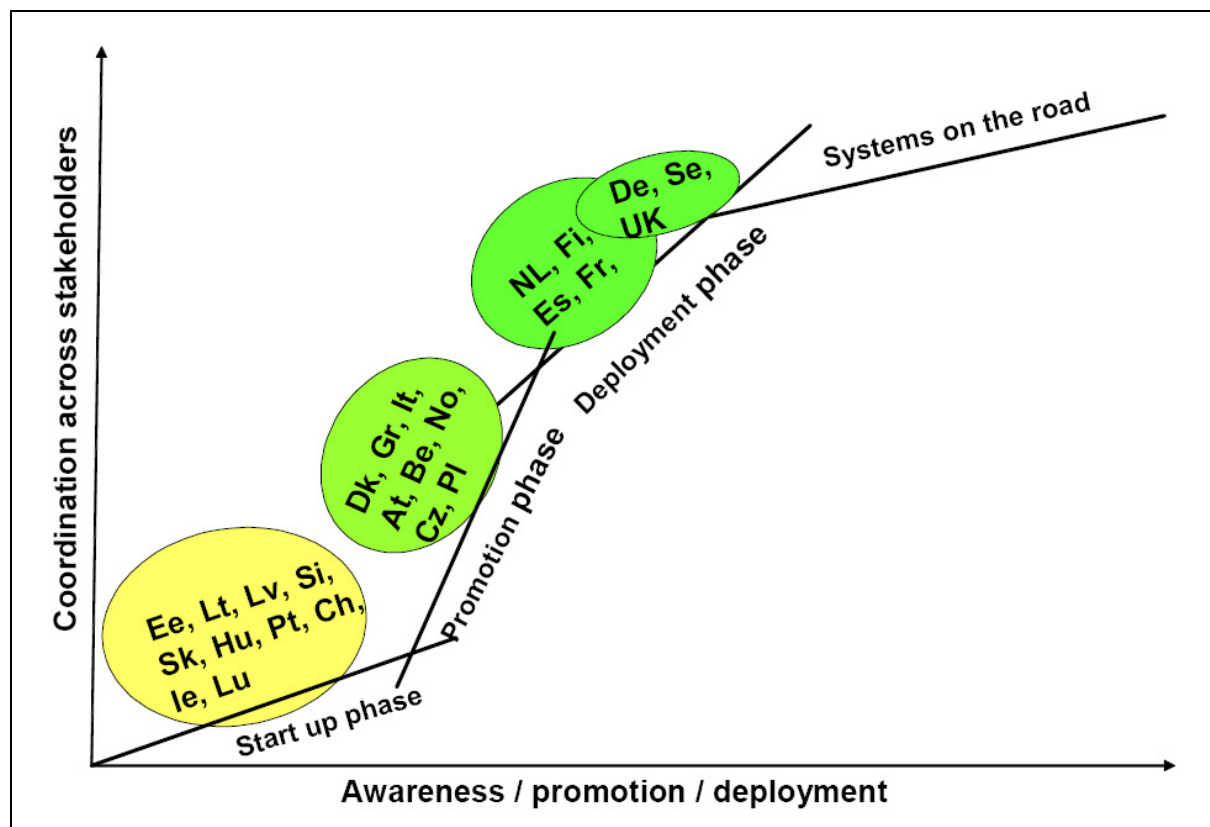


Figure 22: Differences among European countries

This report defined the following recommendations to the commissioner of the study, the Unit ICT for Transport of the Directorate General "Information Society & Media",:

- **Provide for a strategic, coordinated vision and policy measures:** The EC should provide through the Intelligent Car Initiative a strategic, coordinated policy or a set of guidelines addressing these three phases of AUWE. These phases need to be developed and implemented in order get consumers to equip their vehicles. In implementation, these need to be tailored to target the phase the country is in. Countries in the Start-up phase need to activate the stakeholders to develop objectives and a common vision and to coordinate their actions. Countries in the promotion phase should focus on filling in the gaps: identify missing stakeholders, refine or develop a common vision, and coordinate activities. In all phases of deployment, the set of activities to properly address all the phases of the AUWE concept need to be identified, coordinated and implemented. The EC should provide a

set of guidelines in the form of a framework that stakeholders and member states can use. As mentioned above, the stakeholders can apply the guidelines selectively, depending on the phase the entity is in. The comparison of Japan and the USA shows that in the EU there exists a large difference between member states in language and culture. First, to support awareness, a strong role is needed for coordination and organisation at member state level. Second, to improve the level of promotion and deployment of IVS systems the EC and the national governments in the EU should have a much stronger role, including the development of standardised and open roadside sensors and communication systems.

- **Streamline research:** Research on IVS systems needs to be coordinated to allow transfer of knowledge from one study to the next, as well as the results to be comparable. This issue was encountered during the course of this study. The tender documents for the Benchmarking of promotion and deployment activities in the EU suggested a set of systems. This set differed substantially from the set of systems investigated in the Eurobarometer study (2006). The two studies had 8 systems in common, limiting the comparability of the results. Furthermore, the questions and the wording of the questions should be coordinated to a sufficient extent.

The second report was produced in the scope of the CVIS project, and is also publicly available on the project website (CVIS project, 2007b). It is called "Guideline for Policymakers: The policy impacts of CVIS". The objective of this document is to provide an overview of the main areas of policy that CVIS will affect. It is intended to give rise to debate and does not provide solutions to policy questions. The target audience is policy makers seeking to understand where and how CVIS might impact on policy areas including network management, road safety, environment and sustainability, vehicle and systems approval, driver training and licensing and telecommunications. The report came to the following conclusions:

"The policy impact of CVIS is wider than transport and needs to be considered at all levels, international, national and local. Creating and harmonising at the international level has the longest timescale but needs to be informed by what local transport policy areas CVIS plays a role in. Hence, the development of policy needs to be an iterative process.

At the international level policies must be put in place that allow products and services to be offered across Europe. Firstly, these must cover all areas that require interoperability of equipment so that a vehicle or device can be safely used in any locations where the supported services are offered. This is of course subject to any commercial arrangements. Secondly, the infrastructure systems must conform to known levels of service so that a service user knows what to expect from the infrastructure component. Thirdly arrangements must be in place to confirm and accept an individual driver's competence to use the service wherever it is encountered.

National policy needs to consider where CVIS has a role to play in delivering transport policy and how the international level policies are to be interpreted and merged, for example in respect of driver licensing or vehicle type approvals.

The regional and local levels are more closely involved with operational matters and hence with how CVIS is deployed and operated. Operators will have to determine which transport policies can be better delivered through CVIS and what the operational policies will be. These operational policies will apply whether the service is being delivered through the private sector, the public sector or by some sort of partnership arrangement.

Figure 9 shows a schematic of how the different policy layers contain different aspects. The iterative process is to understand the operational need and create a policy framework that enables that need to be met. A question for debate is whether this is regarded as a very largescale process that is only iterated a small number of times or whether it should be a more frequent cycle resulting in smaller evolutionary increments. The former requires a long term view of the operational need and the CVIS applications that fulfil that need. The latter raises issues of how to maintain backward compatibility with each increment over the long term.

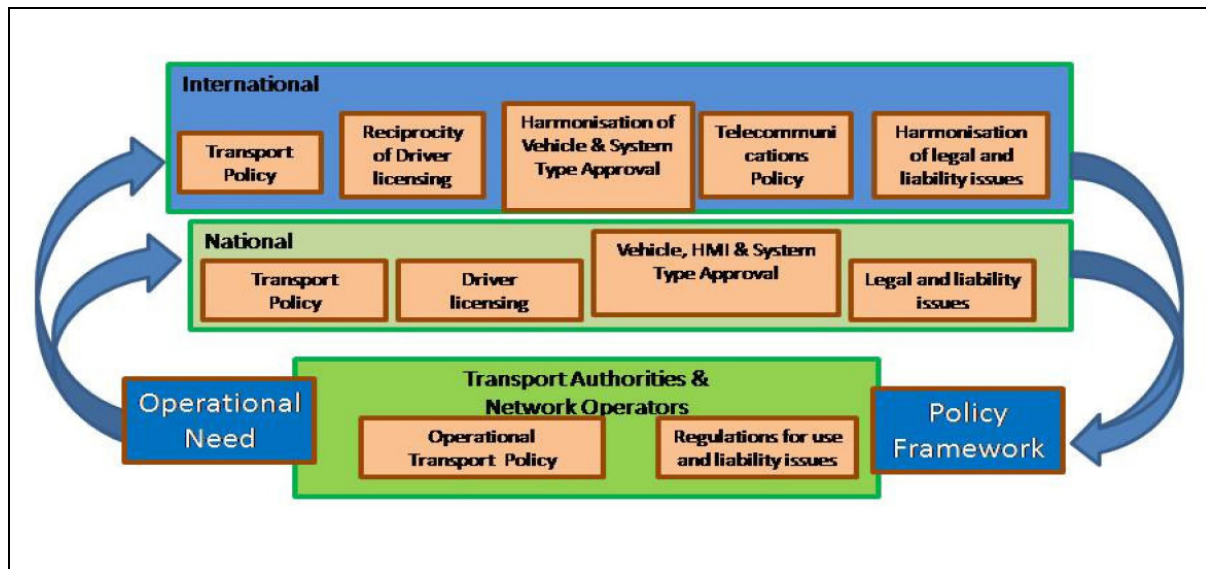


Figure 23: CVIS policy schema

It is clear that the complexity of the policy environment of CVIS creates a major challenge. Because CVIS applications can be effective across several policy areas at the same time and because any CVIS service or systems integrates infrastructure, communications, vehicles and their drivers then there has to be co-ordination between those who have a policy influence in all those areas. The institutions and mechanisms to achieve this have yet to be devised and put in place. This must be addressed otherwise a lack of policy and policy co-ordination could become a significant barrier to deployment."

4. CONCLUSIE

Dit rapport beschrijft de stand van zaken in verband met ITS systemen, vanuit twee verschillende invalshoeken. In het eerste deel wordt voornamelijk gekeken naar autonome ITS systemen, terwijl coöperatieve ITS systemen in het tweede deel worden behandeld.

Vanuit het standpunt van de autonome systemen wordt in dit rapport een eerste oplijsting gemaakt van toepassingen die relevant zijn voor het verkeersveiligheidsbeleid.

Een aantal van deze ITS-toepassingen, waarvan sommige al jaren geleden werden aangekondigd, krijgen via concrete inbouw en testen in voertuigen, een meer concrete invulling. Sommige van deze ITS-toepassingen zijn al in "real road conditions" getest terwijl andere getest werden op een gesloten circuit.

In beide gevallen werd de technische haalbaarheid van de systemen aangetoond. Of deze systemen werkelijk op de markt komen, is moeilijk af te leiden indien men over geen specifieke evaluatiekaders beschikt.

Ook worden in dit deel van het rapport de (eerste) resultaten van twee evaluatiekaders beschreven. Het ene evaluatiekader heeft betrekking op een landelijk opgezette leidraad terwijl het tweede een Europese invulling heeft. Andere evaluatiekaders zijn in opbouw en hierover kan in een vervolgstudie worden gerapporteerd.

Naast de beschrijving van deze twee evaluatiekaders wordt de eerste rangschikking van IVSS meegedeeld omdat hieruit blijkt dat de overheid bij de afweging, het maatschappelijke nut sterk zal moeten beklemtonen.

Evaluatiekaders voor ITS-toepassingen zullen meer en meer belang krijgen omdat ITS-toepassingen die verkeersveiligheid kunnen bevorderen, niet steeds via de marktwerking worden aangestuurd. In vele gevallen zal het beleid via allerlei mechanismen dit moeten stimuleren, heroriënteren of afremmen. Het beleid kan dit maar doen met een zekere mate van succes indien bij de afweging alle elementen in beeld zijn.

In het tweede deel van het rapport, coöperatieve systemen, werd duidelijk gemaakt dat communicatie tussen voertuigen onderling en tussen voertuigen en de infrastructuur een groot aantal nieuwe applicaties mogelijk maakt, die een belangrijke positieve bijdrage kunnen leveren op gebied van het milieu, mobiliteit en verkeersveiligheid. Er werd aangetoond dat de technologie achter deze systemen momenteel druk onderzocht wordt door zowel standaardisatie organisaties, academische instellingen en industriële partners.

Er werd een oplijsting van mogelijke communicatie technologieën gemaakt voor het implementeren van ITS systemen. Daaruit werd duidelijk dat er een groot aantal geschikte kandidaten is, wat het moeilijk maakt om te adviseren welke rol de overheid moet spelen binnen deze ontwikkelingen, en welke stappen zij nu moet ondernemen.

Daarom werd verwezen naar enkele rapporten die in het kader van Europese projecten geschreven werden omtrent ITS beleid. Deze positioneren België op het gebied van ITS ontwikkelingen bij de Europese middenmoot. Ook stellen ze een aantal aanbevelingen voor, waarbij het vooral belangrijk is dat het enthousiasme bij de bevolking omtrent ITS systemen moet worden aangewakkerd, dat de internationale, nationale en regionale ITS activiteiten moeten worden gecoördineerd, dat onderzoeksprojecten op elkaar moeten

worden afgestemd, en dat op een iteratieve manier een beleidsvisie moet worden opgebouwd omtrent alle mogelijke kleine en grote kwesties die met het in gebruik nemen van ITS systemen te maken hebben.

5. LITERATUURLIJST

- Abdelwahab, H. T., Abdel-Aty, M. A. (2001), Development of artificial neural network models to predict driver injury severity in traffic accidents at signalized intersections, Transportation Research Record, No.1746, 2001, pp.6-13. TRACE Deliverable D4.1.3, 30- 05 – 2007 – 38.
- Abele, J. et al. (2005): Exploratory Study on the potential socioeconomic impact of the introduction of Intelligent Safety Systems in Road Vehicles, SEISS-Study, Teltow.
- ADVISORS (2003): Action for advanced Driver assistance and Vehicle control systems Implementation, Standardisation, Optimum use of the Road network and Safety, Final Publishable Report, April 30, 2003, <http://www.advisors.iao.fraunhofer.de/>.
- Aga, M, Okada A (2003),. Analysis of vehicle stability control (VSC) ´s effectiveness from crash data. ESV paper 541.18th ESV Conference. Nagoya 2003.
- Armstrong Lee (2007), ITS application examples overview, <http://www.leearmstrong.com/Dsrc/DSRCHomeset.htm>
- Association for the advancement of automotive medicine (Ed., 1998): Abbreviated injury scale– 1990 Revision, update 98. Des Plaines, IL, 1998.
- ASHTON, S.J., MACKAY, G.M. (1979). Some characteristics of the population who suffer trauma as pedestrians when hit by cars and some resulting implications. In: Proceedings of the Conference of the International Research Committee on Biokinetics of Impacts (IRCOBI) on the Biomechanics of Trauma, 5-7 September 1979, Göteborg, p. 39-48
- Bekiaris, E., Stevens, A., Bauer, A., Wiethoff, M. (2004), ITS implementation: from impact assessment to policy recommendations, in: Bekiaris, E., Nakanishi, Y. (Eds.), Economic impacts of Intelligent Transportation Systems – Innovations and Case Studies, Research in Transportation Economics, Vol. 8, Amsterdam et al. 2004, pp. 605-637.
- Bobinger, R., Flowerdew, A., Hammond, A., Himanen, V., Keller, H., Kill, H. & Serwill, D. (1991), EVA manual, evaluation process for road transport informatics. DRIVE Project V1036, Final Report. Munich.
- Briquet Vincent (2008), WiMAX development and deployment experience, Vincent Briquet (Alcatel-Lucent), FITCE Symposium “WiMAX: from theory to practice and businesses, 7 February 2008, Brussels, Belgium
- Broughton, Baughan, (2002) The effectiveness of antilock braking systems in reducing accidents in Great Britain. Accident Analysis and Prevention 34 (2002) 347-355.
- Busch, S. (2005): Entwicklung einer Bewertungsmethodik zur Prognose des Sicherheitsgewinns ausgewählter Fahrer-assistenzsysteme (Development of an assessment methodology for predicting the safety benefit of selected driver assistance systems). Fortschritt-Berichte VDI : Reihe 12, verkehrstechnik, Fahrzeugtechnik ; Nr. 588
- Change and Innovation in the Technology of Consumption, in: American economic Review, Vol. 56 (1966), No. 2, pp. 14-23.
- Chevil, Karlsson, Isaksson et al (2005), Measurements of Application-Perceived Throughput in DAB, GPRS, UMTS and WLAN Environments, Proceedings of RVK’05, Linköping , Sweden, June 2005.
- Cho, Geon, Jeong et al (2006), Real Time Traffic Information Service Using Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting System, IEEE transactions on broadcasting, vol 52, no 4, December 2006

- Commission of the European Communities (2003), European Road Safety Action Programme. Halving the number of road accident victims in the European Union by 2010: A shared responsibility, Brussels, 2.6.2003 COM(2003) 311 final, 43 blz
- Cotter, S., Hopkin, J., Stevens, A., Burrows, A., Kompfner, P., Flament, M., The institutional context for Advanced Driver Assistance Systems: A code of practice for development, TRL Ltd, 2006, 8 blz.
- Cooper, P. and Pinili, M. (1994) Assessment of ABS Effectiveness Using ICBC Claim Data. Insurance Corporation of British Columbia, North Vancouver, British Columbia, Canada.
- CVIS project (2007a), Results of the CVIS end-user's Survey, http://www.cvisproject.org/en/publications/racc_surveys.htm
- CVIS project (2007b), D.DEPN.7.1 Guidelines for policy makers: the policy impacts of CVIS
- De Brabander (2005), Investerings in verkeersveiligheid in Vlaanderen. Een handleiding voor kosten-batenanalyse, Tiel: LannooCampus.
- De Brabander (2006) (Valuing the reduced risk of road accidents. Empirical estimates for Flanders based on stated preference methods, Doctoraatsproefschrift. Diepenbeek: Universiteit Hasselt.
- De Keyser, V. (1990).-Fiabilité humaine et la gestion du temps dans les systèmes complexes. In J. Leplat & G. de Terssac (Eds.), "Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes".Marseille: Octares.
- Deconinck S., (2000), In-car telematica voor verkeersveiligheid- eindrapport", Onderzoek in opdracht van de minister voor verkeer en mobiliteit, Gent: Centrum voor Duurzame Ontwikkeling - RUG.
- De Mol, J. (2003), "Telematica van toen, nu en straks. Projecten voor meer verkeersveiligheid", in: Verkeersspecialist, 101, pp. 17-21.
- De Mol, J., Impact van de verkeersonveiligheid en -onleefbaarheid, objectieve verkeersonveiligheid, eindrapport, Gent, CDO-UG, 1999, 191 blz. + bijlagen
- De Mol, J., Broeckaert, M., Van Hoorebeeck, B., Toebat, W., Pelckmans, J., "Naar een draag-vlak voor een voertuigtechnische snelheidsbeheersing binnen een intrinsiek veilige verkeersomgeving", Centrum voor Duurzame Ontwikkeling (univ Gent)-BIVV, Gent juni 2001, 274 blz
- De Mol, J., Boets, S., Optimalisatie van de verkeersongevallenstatistieken (CP/02/392 en CP/02/391), Gent, oktober 2004, UGENT-(BIVV, Eindrapport, 134 p
- De Mol, J., Lammar, P., Optimaliseren van ongevalregistratie? (Optimising the registration of road accidents), CVS, Rotterdam, 2006, CVS06.40, boek Samenwerken is Topsport, Stichting Vervoersplanologisch Speurwerk, blz.1225-1244
- De Mol, J., Lammar, P. (2006), "Helft verkeersslachtoffers komt niet in statistieken. Koppeling ziekenhuis- en politieregistratie noodzakelijk.", Verkeersspecialist, 130, september 2006, Wolters Kluwer, Mechelen, pp. 15-18
- De Mol, J., Vlassenroot, S., "Killing Speed, Saving Lives; Nood aan coherent snelheidsmanagement"(Killing Speed, Saving Lives; coherent speed management),. Mechelen, Kluwer-Editorial, Nr 135, februari 2007, blz. 23-27
- Eichler, Performance Evaluation of the IEEE 802.11p WAVE Communication Standard
- Electronic Communications Committee (2007), ECC report 101: Compatibility studies in the band 5855-5925 MHz between Intelligent Transport Systems (ITS) and other systems

- eSafety Forum Working Group (2005), Final Report and Recommendations of the Implementation Road Map Working Group, Produced for the Directorate-General Information Society of the European Commission, October 15, 2005.
- European Commission (1997). Transport research - APAS - evaluation. Road Transport VII - 32. Summary report & Final Report.
- European Commission (1998). European statement of principles on human machine interface for in-vehicle information and communication systems.
- European Commission (2000). European statement of principles on human machine interface for in-vehicle information and communication systems. Expansion of the principles.
- European Commission, DG TREN (2005): CARE - Community Road Accident Database. URL
- Evans L, (1995), ABS and relative crash risk under different roadway, weather, and other conditions. SAE paper 950353. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers; February 1995. (look in: Accident Reconstruction: Technology and Animation V, SAE Special Publication SP-1083, p. 177-186; 1995).
- Evans L, (1995), ABS and relative crash risk under different roadway, weather, and other conditions. SAE paper 950353. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers; February 1995.
- Evans (1996), Gerrish. Antilock brakes and risk of front and rear impact in two-vehicle crashes. Accident Analysis and Prevention 28 (1996) 315-323.
- Evans, Gerrish.(1996) Antilock brakes and risk of front and rear impact in two-vehicle crashes. Accident Analysis and Prevention 28 (1996) 315-323.
- Evans, (1999) Antilock brake systems and risk of different types of crashes in traffic. 1999. Crash Prevention and Injury control. pp. 445-461.
- Evans, (1999), Antilock brake systems and risk of different types of crashes in traffic. 1999. Crash Prevention and Injury control. pp. 445-461.
- Farmer C. (2004), Effect of electronic stability control on automobile crash risk. Traffic Injury Prevention Vol 5:317-325 2004.
- Farmer, C.M., Lund, A.K., Trempe, R.E., Braver, E.R., (1997) Fatal crashes of passenger vehicles before and after adding antilock braking systems. Accident Analysis and Prevention 29, 745– 757.
- Farmer, C.M., (2001). New evidence concerning fatal crashes of passenger vehicles before and after adding antilock braking systems. Accident Analysis and Prevention 33 (2001) 361-369.
- Ferrandez, F., Fleury, D. & Malaterre, G. (1986). L'étude détaillée d'accidents (E.D.A.), une nouvelle orientation de la recherche en sécurité routière. Revue Recherche-Transport-Sécurité, 9-10, 17-20.
- FINCH, D.J., KOMPNER, P., LOCKWOOD, C.R., MAYCOCK, G. (1994). Speed, speed limits and accidents. Project Report 58. Crowthorne: Transport Research Laboratory (TRL).
- GEURTS K. et al. (2003) Identification and ranking of Black spots: Sensitivity Analysis, Steunpuntrapport RA-2003-18, Hasselt 01 07 2003, 22 blz.
- Hannawald, L. and Kauer, F. (2004): 'Equal Effectiveness Study On Pedestrian Protection. Technical University of Dresden Report, Summary available for download, URL http://europa.eu.int/comm/enterprise/automotive/pagesbackground/pedestrianprotection/summary_on_effectiveness.pdf

- Hautzinger, H. et al. (1993): Dunkelziffer bei Unfällen mit Personenschaden (Underreporting of road accidents involving personal injury) . Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.
- Hayashi, Fukuzawa, Ichikawa et al (2007), Development of Vehicular Communication (WAVE) System for Safety Applications, ITST 2007, Paris, France
- Hertz, E., Hilton, J., Johnson, D.M., (1998), Analysis of the crash experience of vehicles equipped with antilock braking systems (ABS) – an update. NHTSA paper 98-S2-O-07. Paper presented at the 16th ESV Conference, February 1998 in Windsor, Canada.
- INTERSAFE (Europees project)
- INTERSAFE Deliverable D 40.44, Specifications and system architecture.
 - INTERSAFE Deliverable D 40.51/2/3, Video-System for Lane and Urban Road Detection.
 - INTERSAFE Deliverable D 40.51/2/3, Laserscanner for Object Detection and Classification.
 - INTERSAFE Deliverable D 40.51/2/3, Detailed Map of Intersections and Precise Localisation, based on map and landmarks.
 - INTERSAFE Deliverable D 40.55a, Volkswagen Test Vehicle usable (Datalogger/ Central Unit for Warning Strategies/ HMI for Driver Warning).
 - INTERSAFE Deliverable D 40.55b, Fusion Unit for Objects and Lanes, based on Laserscanner, Video, Communication and simple Map.
 - INTERSAFE Deliverable D 40.56, Driving Simulator usable unit for Warning Strategies.
 - INTERSAFE Deliverable D 40.41/2/3, Description of new active safety functionality: Basic Realisation of the Intersection Safety Systems on the Driving Simulator.
 - INTERSAFE Deliverable D40.77, Validation plan.
 - INTERSAFE Deliverable D 40.61/2, Interface Adaptation of Traffic Light Control.
 - INTERSAFE Deliverable D 40.63a, BMW Test Vehicle usable (Central Unit for Warning Strategies/ HMI for Driver Warning).
 - INTERSAFE Deliverable D 40.63b, Test Results of Communication System and Evaluation Results of Heavy Traffic.
 - INTERSAFE Deliverable D 40.71/2/3/4, Evaluation and User Acceptance Test Results.
 - INTERSAFE Deliverable D40.74b, Evaluation Results of the Intersection Safety System on the Driving Simulator.
 - INTERSAFE Deliverable D 40.21, Technology Implementation Plan.
 - INTERSAFE Deliverable D 40.76 Final Presentation of the Project.
- Jesty Peter H., Hogley Keith M, Evans Richard, Kendall Ian, (2000) Safety Analysis of Vehicle-Based Systems MISRA Steering Group (UK), Proceedings of the 8th Safety-critical Systems Symposium, 2000 - misra.org.uk
- Kahane, C.J. (1994). Preliminary evaluation of the effectiveness of antilock brake systems for passenger cars. Report no. DOT HS-808-206. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration

- Kocherscheidt, H. (2004): Wege zur Effizienzbetrachtung von Fahrerassistenzsystemen. Tagung „Aktive Sicherheit durch Fahrersassistenten“, 11./12.3.2004, München. Available for download, URL
- Kornfeld, Reimers (2005), DVB-H, the emerging standard for mobile data communication, EBU Technical review, 2005
- Kosh, Adler, Eichler, et al (2006), The Scalability problem of vehicular ad hoc networks and how to solve it, IEEE Wireless Communications, Volume 13, Issue 5
- Kreiss, J.-P., Langwieder, K. and Schöler, L. (2005). The Effectiveness of Primary Safety Features in Passenger Cars in Germany. ESV-paper No. 05-145. 19th-ESV-Conference, Washington D.C. (USA).
- Kreiss, J.-P., Langwieder, K. and Schöler, L. (2005). The Effectiveness of Primary Safety Features in Passenger Cars in Germany. ESV-paper No. 05-145. 19th-ESV-Conference, Washington D.C. (USA).
- Kreiss, J.-P., Schöler, L., Zangmeister, T. (2006). Statistical Evaluation of the Effectiveness of Safety Functions in Vehicles based on Real-World Accidents (State-of-the-Art). TRACE-paper.
- Kreiss, J.-P., Schöler, L., Zangmeister, T. (2006). Statistical Evaluation of the Effectiveness of Safety Functions in Vehicles based on Real-World Accidents (State-of-the-Art). TRACE-paper.
- Kulmala R., Hyppönen R., Lähesmaa J., Manunen O., Oinas J., Pajunen-Muhonen H., Pesonen H., Ristola T. (1999). Guidelines for the evaluation of ITS projects. Publication No.24/1999. Helsinki: Ministry of Transport and Communications..
- Kulmala, R. & Rämä, P. (1998). Ohjeet muuttuvien nopeusrajoitusten vaikutusten arvioinnista (Guidelines for the impact assessment of variable speed limit systems). Reports No. 41/1998. Helsinki: Finnish Road Administration. (op citaat)
- Lammar, P., Hens, L., Onderzoek naar het gebruik van ziekenhuisgegevens: Minimale Klinische Gegevens. Steunpunt Verkeersveiligheid, 2004, RA-2004-20.
- Lammar, P., Casestudies onderregistratie van ernstig gewonde verkeersslachtoffers. Officiële ongevalgegevens versus ziekenhuisgegevens, 2006, RA-2006-83.
- Lehtonen M. & Kulmala, R. (2007). The benefits of a pilot implementation of public transport signal priorities and real-time passenger information. Transportation Research Record. Volume 1799 / 2002, blz. 18-25
- Leviäkangas P. & Lähesmaa J. (1999). Profitability comparison between ITS investments and traditional investments in infrastructure. Reports and Memoranda No. B 24/1999. Helsinki: Ministry of Transport and Communications.
- Lie, Tingvall, Krafft and Kullgren.(2004) The effectiveness of ESC (Electronic Stability Control) in reducing real life crashes and injuries. Traffic Injury Prevention, 5:37-41, 2004.
- Lie, Tingvall, Krafft and Kullgren. (2004) The effectiveness of ESC (Electronic Stability Control) in reducing real life crashes and injuries. Traffic Injury Prevention, 5:37-41, 2004.
- Lie, Tingvall, Krafft and Kullgren.(2006) The effectiveness of ESP (Electronic Stability Program) in reducing real life accidents. Traffic Injury Prevention, paper n°05-0135, 2006.
- Lie, Tingvall, Krafft and Kullgren.(2006) The effectiveness of ESP (Electronic Stability Program) in reducing real life accidents. Traffic Injury Prevention, paper n°05-0135, 2006.
- Lind, G. (1997). Strategic assessment of intelligent transport systems - a user-oriented review of models and methods. Royal Institute of Technology, Department of

- Infrastructure and Planning, TRITA-IP FR 97-29. Stockholm: Royal Institute of Technology.
- Malaterre, G., Fontaine, H. (1993). The potential safety impacts of driving aids. *Revue Recherche-Transport Sécurité, English Issue 9*, 15-25.
- Malaterre, G., Fontaine, H., Van Elslande, P. (1992). Analysis of driver needs using accident reports: an a priori evaluation of PROMETHEUS functions. Arcueil: INRETS Research report n°139.
- OECD (2003) "Road Safety: Impact of new technologies" – ISBN-92-64-10322-8 ©OECD 2003, 91 blz.
- Page Y, Cuny, S. (2006) Is ESP efficient on French Roads? Accident Analysis and Prevention 38 (2006) 357-364.
- Page, Forêt-Bruno, Cuny. Are expected and observed effectiveness of emergency brake assist in preventing road injury accidents consistent ? ESV paper n° 05-0268.
- Penttinen, M., Rämä, P. & Harjula, V. (1998). Tielaitoksen liikennetiedotuksen arviointi ja kehittäminen - kyselylomakkeet ja ohjeet (Assessment of Finnra's traffic information 85 services – survey questionnaires and instructions). Internal report No. 4/1998. Helsinki: Finnish Road Administration. (op citaat)
- Ranta, S. & Kallberg, V-P. (1996). Ajonopeuksien turvallisuusvaikutuksia koskevien tilastollisten tutkimusten RISTO KULMALA, JUHA LUOMA, JUKKA LÄHESMAA, HANNA PAJUNEN-MUHONEN, HANNU PESONEN, TOMI RISTOLA, PIRKKO RÄMÄ, Guidelines for the evaluation of ITS projects, Ministry of Transport and Communications, FITS publications 4/ 2002, ISBN 951-723-763-4, Pages 87 + apps., VTT Building and Transport analyysi (Analysis of statistical studies of the effects of speed on safety). Report No. 2/1996. Helsinki: Finnish Road Administration. (op citaat)
- Ribeiro Connie, Bringing Wireless Access to the Automobile: A Comparison of Wi-Fi, WiMAX, MBWA, and 3G
- Pesonen, H., Lehmuskoski, V. & Peura, J. (2000). Hankearvioinnin yleisohjeet (General guidelines for project evaluations). Publication No. 8/2000. Helsinki: Ministry of Transport and Communications. (op citaat)
- Schramm, R., Leneman, F.J.W., Zweep, C.D. van der, Wismans, J.S.H.M., (2006): Assessment criteria for assessing energy absorbing Front Underrun Protection on Trucks", Icrash 2006, Athens Greece, paper number 2006-73.
- Sohn, S. Y., and Lee, S. H (2003), Data fusion, ensemble and clustering to improve the classification accuracy for the severity of road traffic accidents in Korea, *Safety Science*, 41(1), 2003, pp.1-14.
- Stibor, Zang and Reumerman (2007), Neighbourhood evaluation of vehicular ad-hoc network using IEEE 802.11p, 13th European Wireless Conference, April 2007
- Stok, W., (2006): Data fusion methods – state of the art. Draft document from TRACE WP7, subtask 2.1.
- Trace Project (2007), Review of crash effectiveness of Intelligent Transport Systems, Deliverable D4.1.1 – D6.2, <http://www.trace-project.org/publication/archives/trace-wp4-wp6-d4-1-1-d6-2.pdf>
- United Nations (1968): Vienna Convention on Road Traffic,
- Unsel T, Breuer J, Eckstein L, Frank P. (2004) Avoidance of "loss of control crashes" through the benefit of ESP. FISITA Conference paper no F2004V295. Barcelona 2004.
- Van Elslande, P., Fouquet, K. (2007). Analyzing 'human functional failures' in road accidents. TRACE report D5.1.

- Van Elslande, P., Malaterre, G. (1987). Les aides à la conduite : analyse des besoins en assistance des conducteurs. Rapport de recherche INRETS n° 23.
- Van Elslande, P., Nachtergaële, C. (1992). Aides à la conduite et fonctionnement du conducteur en situation: l'accident de la route, révélateur de limitations potentielles à la prise en compte des aides informatives. Rapport de recherche INRETS n°149.
- Van Elslande, P., Nachtergaële, C. (1993). Human functioning and road accidents: a contribution to the study of potential limitations when taking informative driving aids into account. RTS, english issue , 9, 27-36.
- Vassiliki Karabatsou, Menelaos Pappas, Pierre Van Elslande, Katel Fouquet, Michael Stanzel, Brian Fildes, Ronald De Lange, A-priori evaluation of safety functions effectiveness –Methodologies, Project N: . 027763-TRACE, D4.1.3, 38 blz.
- von Jan et al. (2005) Don't sleep and drive – VW's fatigue detection technology. 19th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV), Washington, June 2005.
- VTT (2005), An Inventory of available ADAS and similar technologies according to their safety potentials, Deliverable 2 of Task Force B, Humanist project, reference BVTT-070105-T1-DA2.
- Werbos, P. (1974), Beyond Regression: New Tools for Prediction and Analysis in the Behavioral Sciences. PhD thesis, Harvard, Cambridge, MA, 1974.
- Wewetzer, Caliskan, Meier and Luebke (2007), Experimental evaluation of UMTS and Wireless LAN for inter-vehicle communication, ITST 2007, Paris, France
- Zangmeister T., Kreiß J.P., Schüler L., Page Y., Cuny S. (2007) Simultaneous evaluation of multiple safety functions in passenger vehicles Tobias. 20th ESV Conference Paper Number 07-0174.
- Zwijnenberg (2007), Benchmarking Study on activities in promoting and deploying Intelligent vehicle safety systems in the Eu, November 2007

6. BIJLAGEN

werkgroep data “oorzaken van ongevallen”

Diagnosis

Parameter	Generic Question	Detailed Questions
Road Infrastructure	How does road infrastructure design and maintenance cause or contribute to accidents?	Road furniture (including speed bumps, tc.) Road architecture (including visibility) Road surface questions Road edges and barriers Road markings and signs Road maintenance and repair Traffic engineering Changing conditions (surface, illumination, etc.)
Human Factors	How would our improved understanding of human factors help in obtaining better information on accidents?	Physical attributes (eyesight, etc.) Road user status (biorhythmic, fatigue, vigilance, alcohol, drugs, etc.) Attention Perception Cognition (e.g., knowledge of other road users) Failure and violation Emotions Ergonomics Experience Attitude towards risk Capacities Age, gender Road user workload Training and licensing Social and cultural differences (e.g., lifestyle) Distraction (e.g., use of cellular phone)
Accident types	How might accident types be classified*, clustered and their frequency assessed?	Loss of control Roadway departure Intersection Pedestrian crossing street Vehicle following or overtaking Lane change

		Others
Vehicle Safety	How would vehicle characteristics and safety systems help our understanding of the causes of accidents?	<p>Vehicle dynamics (including tyres, brakes)</p> <p>Type, age, etc. of vehicles</p> <p>Vehicle maintenance</p> <p>Human-Machine Interface</p> <p>Event Data Recorders</p> <p>Lighting and visibility</p> <p>Safety Systems</p> <p>Crashworthiness</p>
Specific Users	How would the development of prototypical scenarios for specific road users provide a better understanding of accidents?	<p>Pedestrians</p> <p>Motorcyclists</p> <p>Cyclists</p> <p>Heavy Commercial Vehicles</p> <p>Light Commercial Vehicles</p> <p>Buses</p> <p>Car occupants</p> <p>Trains and Trams</p> <p>Tractors</p>
Risk Factors	In what ways do risk factor cause or contribute to accidents?	<p>Animals, etc.</p> <p>Obstacles</p> <p>Weather conditions</p> <p>Road works</p> <p>Speed</p> <p>Rubbernecking</p>

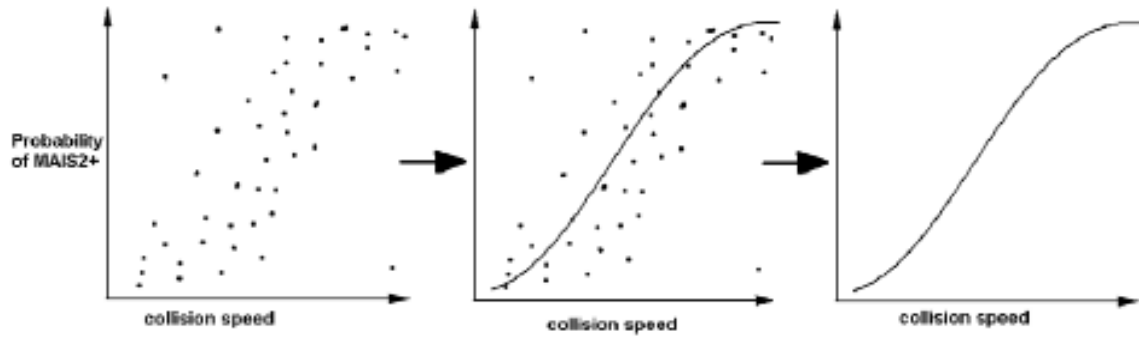


Fig. 2-4: Establishing an injury risk function from scattered data points [Image: TUD]

Uit VASSILIKI KARABATSOU, MENELAOS PAPPAS, PIERRE VAN ELSLANDE, KATEL FOUQUET, MICHAEL STANZEL, BRIAN FILDES, RONALD DE LANGE, A-priori evaluation of safety functions effectiveness –Methodologies, Project N: . 027763-TRACE, D4.1.3, 38 blz., op blz. 8.

	general accident type	description	LAB pictograms (cv "A" in red, pov "B" in blue)	% of injury accidents	GIDAS pictograms	% of injury accidents	% of severe injuries +fatalities
a	turn into/straight crossing path	straight crossing path, opponent coming from the left or right		34%		33,3%	28,5%
b	turn into/straight crossing path	left turn into path, opponent coming from the left		10,5%		13,5%	12,5%
c	turn across path	left turn across path, oncoming opponent (opposite direction)		10%		18,7%	16,6%
d	turn into/straight crossing path	right turn into path, opponent coming from the left		2%		4,1%	2,8%
e	turn across path	left turn across path, preceding opponent (same direction)		2%		2,2%	3,3%
58,5% of all intersection-related accidents = 15.636 accidents in France				71,8% of all intersection-related accidents = 106.260 accidents in Germany			

Figure 2-3: Distribution of common accident situations

DEMONSTRATIONS WITHIN PREVENT

The application oriented subprojects will deliver a number of experimental platforms. In most cases this means an experimental vehicle with additional sensors, actuators HMI new control units to support the functions. The experimental vehicles, some in which a number of functions are integrated, will be used for intensive technical evaluation of the safety functions.

Complementarity's of planned test platforms to be demonstrated, is indicated below:

1. Active safe speed and following demonstration vehicles [CRF, TRW] with a tactile accelerator pedal, communication radar, camera, digital maps, proper warning and intervention strategies. [SASPENCE Subproject] The differences between the vehicles concern the human machine interface solutions and use of subsystem components.
2. Wireless communication system demonstration is planned in up to four functional prototypes that can be placed in test vehicles [DC, BMW, TNO, HTW] with simulated hazards communicated to and between test vehicles [WILLWARN Subproject]
3. A truck [VTEC] the following functions integrated:
 - a. *next generation active lane keeping support function with integrated active steering actuator able to operate in situation where lane markings are missing or ambiguous or visibility is reduced. The system will sense the environment with camera, digital map, and active sensors including radar, lidar, laser, [MAPS&ADAS and SAFELANE subprojects]*
 - b. *start inhibit and pedestrian detection, based on short range radar and NIR vision [APALACI subproject]*
 - c. *automatic emergency braking and collision mitigation functions through short-range radar, FIR camera and laserscanner [COMPOSE subproject]*
 - d. *blind spot surveillance with 3-D range sensor for lateral viewing [UseRCams subproject]*
4. A truck [CRF] with active lane keeping support function based on vision sensor and digital maps
5. A car [CRF] with
 - a. *lateral collision warning function, based on camera, long range radar, short range radar and NIR-vision,*
 - b. *a pedestrian collision mitigation function focusing on the pre-fire period (typically between 10 and 100 ms of an imminent crash) aiming to improve the efficiency of reversible (belt pre-tensioning and the pre-set period (between 0 ms and 10 ms) aiming at non-reversible (airbags) restraint actuator systems.*
6. A limousine car [Bosch] with a lane change assistance function based on long range radar and short range radar sensors [LATERAL SAFE subproject].
7. A truck simulator [VTEC] for testing the indirect viewing area of the driver in a lateral and rear area monitoring function extending the operative scenarios of existing lane change systems to all weather conditions and congested urban areas [LATERAL SAFE subproject]

8. A car [VW] with an experimental intersection safety function, using laserscanner video, experimental digital map with intersection feature, datalogger and a still to be chosen vehicle to intersection communication bearer [INTERSAFE subproject]
9. Another car [BMW] with and cooperative intersection safety function [INTERSAFE subproject]
10. A driving simulator for passenger car to evaluate concepts for intersection safety functions [INTERSAFE subproject]
11. A car [DC] with short range radar and laserscanner for the pre-fire collision mitigation function [APALACI subproject]
12. A car [DC, FORD] with a test container, providing access to digital map with safety relevant data for a variety of ADAS functions [MAPS&ADAS]
13. A car [TBD] with a driver information and warning system for dangerous locations ('hotspots') and speed limit information [MAPS&ADAS subproject].
14. A car [BMW] with a curve speed assistance application to test the interface between the ADAS application and the in-vehicle digital map [MAPS&ADAS subproject].
15. Two cars [BMW, S-VDO] with collision mitigation function, based on short range radar and FIR camera [COMPOSE subproject]
16. A car [BMW] equipped with 3-D range sensor aimed at the front viewing area to specifically test vulnerable road user and obstacle detection [UseRCams subproject].
17. A car [Renault] equipped with 3-D range sensor aimed at the lateral area for testing side crash prediction and protection functionality [UseRCams subproject].
18. A car [Fraunhofer] with a next generation adaptive lane-keeping function with active steering actuator, vision sensor and in-vehicle digital map for [SAFELANE].

7. LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Uit presentatie José Manuel Barrios (Applus + IDIADA TRACE con-sortium)

Figuur 2: System Diagram

Figuur 3: toepassingen van sensoren/ITS-toepassingen binnen de verkeersveiligheid (bron PreVent)

Figuur 4: HMI graphics in head-up and navigator display

Figuur 5: Collision mitigation phases and functionalities implemented in the Volvo research truck

Figuur 6: Process of operationele benefit assessment (TNO)

Figuur 7: General concept diagram (LMS)

Figuur 8: Example of using NN to evaluate the effectiveness of a safety function (e.g. ACC)

Figuur 9: Overall procedure for analysing drivers' needs and contextuele constraints

Figuur 10: General framework for project evaluation

Figuur 11: Logistics impact levels in telematics development projects

Figuur 12: Ranking list of IVSS

Figuur 13: Ranking of IVSS with respect to consumer satisfaction

Figuur 14: Ranking of IVSS with respect to technical feasibility

Figuur 15: Ranking of IVSS with respect to public concerns

Figuur 16: CALM architecture

Figure 17: EC eSafety programs and relations

Figure 18: GST Architecture

Figure 19: DSRC 5.9GHz channels

Figure 20 WAVE devices in a network

Figure 21: DSRC spectrum allocation in Europe

Figure 22: Differences among European countries

Figure 23: CVIS policy schema

8. LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: ADAS Function matrix

Tabel 2: Estimated injury and fatality reductionist from various technologies

Tabel 3: Safety systems and functions to be a-priori evaluated in TRACE

Tabel 4: Impact mechanisme of ITS functions. Driver support functions.

Tabel 5: Assessment of the main impact 'Traffic safety'.

Tabel 6: Onderzoeken naar de gevolgen van snelheidswijzigingen.

Tabel 7: Cost components used in cost-benefit analysis.

Tabel 8: Ongevalskosten Vlaanderen 2005

Tabel 9: Checklist for evaluation of technical feasibility

Table 10: Legal evaluation checklist.

Tabel 11: "Rangschikking van de acceptatie"

Table 12: Overview of safety related FP6 RTD projects

9. EINDNOTEN

¹ COTTER, S., HOPKIN, J., STEVENS, A., BURROWS, A., KOMPNER, P., FLAMENT, M., The institutional context for Advanced Driver Assistance Systems: A code of practice for development, TRL Ltd, 2006, 8 blz.

² COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, European Road Safety Action Programme. Halving the number of road accident victims in the European Union by 2010: A shared responsibility, Brussels, 2.6.2003 COM(2003) 311 final, 43 blz.

³ Among the long-term development activities, priority should be given to the systems with the best prospects³⁰. With the increase in the volume of traffic, improving vehicle speed management is a safety requirement which should make it possible to combat congestion. In addition to the road safety benefits, compliance with speed limits will also have a significant impact in terms of reducing greenhouse gas emissions. To evaluate the conditions needed for the operation of speed adaptation systems, the experiments in several countries, eg Sweden, the Netherlands, the UK, Belgium, France and Germany should be examined. (blz. 24)

⁴ OECD "Road Safety: Impact of new technologies" – ISBN-92-64-10322-8 ©OECD 2003, 91 blz.

⁵ DECONINCK S., (2000), In-car telematica voor verkeersveiligheid- eindrapport", Onderzoek in opdracht van de minister voor verkeer en mobiliteit, Gent: Centrum voor Duurzame Ontwikkeling - RUG.

DE MOL, J. (2003), "Telematica van toen, nu en straks. Projecten voor meer verkeersveiligheid", in: Verkeersspecialist, 101, pp. 17-21.

⁶ Leviäkangas P. & Lähesmaa J. (1999). Profitability comparison between ITS investments and traditional investments in infrastructure. Reports and Memoranda No. B 24/1999. Helsinki: Ministry of Transport and Communications

⁷ Content of Article 8:

Every moving vehicle or combination of vehicles shall have a driver.

It is recommended that domestic legislation should provide that pack, draught or saddle animals, and, except in such special areas as may be marked at the entry, cattle, singly or in herds, or flocks, shall have a driver.

Every driver shall possess the necessary physical and mental ability and be in a fit physical and mental condition to drive.

Every driver of a power-driven vehicle shall possess the knowledge and skill necessary for driving the vehicle; however, this requirement shall not be a bar to driving practice by learner-drivers in conformity with domestic legislation.

Every driver shall at all times be able to control his vehicle or to guide his animals.

⁸ VASSILIKI KARABATSOU, MENELAOS PAPPAS, PIERRE VAN ELSLANDE, KATEL FOUQUET, MICHAEL STANZEL, BRIAN FILDES, RONALD DE LANGE, A-priori evaluation of safety functions effectiveness –Methodologies, Project N: . 027763-TRACE, D4.1.3, 38 blz., op blz. 5

⁹ Ex ante is Latijn voor "van tevoren". Beschouwingen "ex ante" vinden dus vooraf plaats waarbij de moeilijkheid is dat eventuele toekomstige omstandigheden moeten worden ingeschat. Men vindt de term terug bij financiële vooruitzichten waarbij bijvoorbeeld een inschatting wordt gemaakt van de verwachte terugverdientijd van investeringen. Verder is de term van belang bij zogenaamde "ex ante regulering". Met behulp van deze vorm van regulering, die bijvoorbeeld in de telecomsector veel wordt toegepast, is het voor

overheden mogelijk om vooraf maatregelen te treffen om bijvoorbeeld eerlijke concurrentie te waarborgen. Het tegenovergestelde van ex ante is ex post.

¹⁰ Het systeem neemt het remmen van de auto over van de automobilist als er sprake is van een noodstop, wat leidt tot sneller maar veiliger remmen. Ondertussen staan de ontwikkelingen niet stil en is de Predictive Brake Assistent op de markt, die met behulp van sensors en Adaptieve Cruise Control de remmen op een noodstop voorbereidt, zonder dat de automobilist iets hoeft te doen. Het Predictive Safety System 2, gaat nog een stapje verder. Dat systeem waarschuwt de bestuurder vroegtijdig voor kritische verkeerssituaties door een duidelijke rempuls af te geven.

¹¹ Dit is een vereenvoudiging van de werkelijke situatie. Er dient immers ook nagegaan worden voor elk ongeval of ABS zou geactiveerd worden. Indien dit niet rechtstreeks kan afgeleid worden uit de beschikbare parameters betreffende de ongevalssituatie, dan kan dit waarschijnlijk afgeleid worden uit andere parameters.

¹² Busch, S. (2005): Entwicklung einer Bewertungsmethodik zur Prognose des Sicherheitsgewinns ausgewählter Fahrer-assistenzsysteme (Development of an assessment methodology for predicting the safety benefit of selected driver assistance systems). Fortschritt-Berichte VDI : Reihe,verkehrstechnik, Fahrzeugtechnik ; Nr. 588

¹³ ASI = Acceleration severity Index. De relatie tussen ASI en de ernst van het ongeval is aangetoond in de studie van Schram: Schramm, R., Leneman, F.J.W., Zweep, C.D. van der, Wismans, J.S.H.M., (2006): Assessment criteria for assessing energy absorbing Front Underrun Protection on Trucks", Icrash 2006, Athens Greece, paper number 2006-73.

¹⁴ AIS-classificatie (Abbreviated Injury Scale) van gewonden en doden. MAIS is het hoogste cijfer binnen een specifieke letsel-categorie. De schaal loopt van 0 tot 6 waarbij 0 slaat op ongedeerd en 6 op een dodelijk letsel wijst. ISS = Injury Severity Scale

¹⁵ Hypovigilance (tiredness), Hypovigilance (drowsiness), Hypovigilance (falling asleep), Faintness, Influence of a drug, Influence of alcohol, inattention, distraction (passive en active), attentional focusing (Focusing on right of way roads, focusing on a potential hazard), perturbation of attentional resources (exceeding the cognitive capacities-novices, exceeding the cognitive capacities-elderly people, upset-stressed), Expectation-related problems { Expecting absence of interference: deceleration of the vehicle in front, - Expecting absence of interference (others), "Dragging" effect (when the driver is inserted into a flow of vehicles), Unconspicuity of a user: pedestrian, Unconspicuity of a user motorcycle, Unconspicuity of a user: bicycle, Disregard of information (unconsciousness of the danger), Disregard of information (poor interpretation of a signal)}, action-related problems { Constrained manoeuvre (e.g. layout constraints), Involuntary excessive speed, Reaction slowness, Uncontrolled reaction due to surprise, Freezing (leading to a missing reaction)}

¹⁶ Motivation for the journey (e.g. compulsory journey), Motivation for speed (e.g. desire for speed cruising), Conscious of tiredness (the driver knows he is fatigued but he thinks that he can go on), Detected signs of faintness (the driver knows there is something wrong but he thinks he can go on), Expecting regulation from others (the driver has seen the danger of a situation but he waits for another driver to regulate the situation), Feeling of right of way (expecting other's compliance with rules governing right of way. Some drivers rely too much on this expectation. This leads them to neglect the possibility that another driver may not comply with this rule, even none intentionally.), Well-known journey (The driver is accustomed to the journey, always drives on the same manner and does not realize that one parameter has changed, this parameter being able to carry him into the accident.) , Deliberate infringement, Opposite action of the driver (for example, the safety-function could decelerate whereas the driver could accelerate), Risk of safety function disconnecting by the driver (e.g. for constraining devices Some indepth

accident studies bring to think that the driver could disconnect the safety function in order to have fun.)

¹⁷ Reduced adherence (fine gravels), Reduced adherence (fitted wet), Reduced adherence (oil), Reduced adherence (glaze), Strong dynamic solicitations (loss of control), Strong dynamic solicitations (load), Strong dynamic soli-citations (speed), Insufficient width of the radar (in intersection), Insufficient width of the radar (multi-way road), Insufficient width of the radar (opposite side of the road), Insufficient length of the radar, Visibility limited (pedestrian in black), Visibility limited by a vehicle, Visibility limited by infrastructure (roundabout), Visibility limited by infrastructure (vegetable), Visibility limited by infrastructure (curve), Visibility is limited by infrastructure (buildings), Lightening conditions (at night), Lightening conditions (diminished), Lightening conditions (dazzle), Defect of lighting of the zone, Defect of road design (impracticable or missing verge), Defect of road design (signals), Defect of road design (atypical intersection), Defect of road design (other), Meteorological conditions (rain), Meteorological conditions (snow), Meteorological conditions (fog), Meteorological conditions (wind), Type of intersection (roundabout), Type of intersection (private way), Type of intersection (car park), Type of intersection (with central storage), Inappropriate regulation (speed in bend), Inappropriate regulation (speed in an intersection in city), Inappropriate regulation (speed in an intersection out-city), Obstacle (e.g. piece of wood on roadway), Obstacle (e.g. toll booth), Obstacle (non visible vehicle), Reduced conditions of time and space, No detectable conditions of poor adherence by the aid (e.g. oil), Insufficient intensity of the alarm, Inappropriate perceptive channel, Poor localization of the source of information, Traffic on the wrong sense, Problem of tyre (under inflated), Pedestrian out of protected passage, No take into account (other), Threshold of release by the assistance (e.g. too low speed), Threshold of release of the assistance (legal blood alcohol content), Threshold of release of the assistance (late braking by the driver), Dense traffic (in city), Duration of a driver's distraction. (The duration of the distraction is a parameter interesting to take into account in that it implies that the safety function should not communicate with the driver only on a perceptive mode in front of him. The duration can also be a limit if a safetyfunction is able to detect the driver's problem driver but would only act on the vehicle (braking, steering wheel) after a certain delay.)

¹⁸ RISTO KULMALA, JUHA LUOMA, JUKKA LÄHESMAA, HANNA PAJUNEN-MUHONEN, HANNU PESONEN, TOMI RISTOLA, PIRKKO RÄMÄ, Guidelines for the evaluation of ITS projects, Ministry of Transport and Communications, FITS publications 4/ 2002, ISBN 951-723-763-4, Pages 87 + apps., VTT Building and Transport

¹⁹ Het model Dupont werd opgesteld door Donaldson Brown (1885-1965) toen hij werkte bij de firma Dupont.

²⁰ PESONEN, H., LEHMUSKOSKI, V. & PEURA, J. 2000. Hankearvioinnin yleisohjeet (General guidelines for project evaluations). Publication No. 8/2000. Helsinki: Ministry of Transport and Communications.

²¹ BOBINGER, R., FLOWERDEW, A., HAMMOND, A., HIMANEN, V., KELLER, H., KILL, H. & SERWILL, D. 1991. Eva - Manual, Evaluation Process For Road Transport Informatics. Drive Project V1036, Final Report. Munich.

EUROPEAN COMMISSION 1997. Transport Research - Apas - Evaluation. Road Transport Vii - 32. Summary Report & Final Report.

Lind, G. 1997. Strategic assessment of intelligent transport systems - a user-oriented review of models and methods. Royal Institute of Technology, Department of Infrastructure and Planning, TRITA-IP FR 97-29. Stockholm: Royal Institute of Technology.

²² KULMALA, R. & RÄMÄ, P. 1998. Ohjeet muuttuvien nopeusrajoitusten vaikutusten arvioinnista (Guidelines for the impact assessment of variable speed limit systems). Reports No. 41/1998. Helsinki: Finnish Road Administration.

²³ PENTTINEN, M., RÄMÄ, P. & HARJULA, V. 1998. Tielaitoksen liikennetiedotuksen arviointi ja kehittäminen - kyselylomakkeet ja ohjeet (Assessment of Finnra's traffic information 85 services – survey questionnaires and instructions). Internal report No. 4/1998. Helsinki:

Finnish Road Administration.

²⁴ MINISTRY OF TRANSPORT AND COMMUNICATIONS 1998. Joukkoliikenteen kehittämishankkeiden vaikutustutkimusohjeen laatiminen, työvaihe 1. Loppumuistio (Developing an evaluation guide for public transport development projects). Espoo: Traficon.

²⁵ het transportnetwerk/kosten, wagenpark/kosten, toegankelijkheid, tijd en voorspelbaarheid, verkeersveiligheid, geluid/emissies/energie, appreciatie en comfort.

²⁶ DE MOL, J., Impact van de verkeersonveiligheid en -onleefbaarheid, objectieve verkeersonveiligheid, eindrapport, Gent, CDO-UG, 1999, 191 blz. + bijlagen

DE MOL, J., BOETS, S., Optimalisatie van de verkeersongevallenstatistieken (CP/02/392 en CP/02/391), Gent, oktober 2004, UGENT-(BIVV, Eindrapport, 134 p

LAMMAR, P., HENS, L., Onderzoek naar het gebruik van ziekenhuisgegevens: Minimale Klinische Gegevens. Steunpunt Verkeersveiligheid, 2004, RA-2004-20.

LAMMAR, P., Casestudies onderregistratie van ernstig gewonde verkeersslachtoffers. Officiële ongevalgegevens versus ziekenhuisgegevens, 2006, RA-2006-83.

DE MOL, J., LAMMAR, P., Optimaliseren van ongevalregistratie? (Optimising the registration of road accidents), CVS, Rotterdam, 2006, CVS06.40, boek Samenwerken is Topsport, Stichting Vervoersplanologisch Speurwerk, blz.1225- 1244

DE MOL, J., LAMMAR, P. (2006), "Helft verkeersslachtoffers komt niet in statistieken. Koppeling ziekenhuis- en politieregistratie noodzakelijk.", Verkeersspecialist, 130, september 2006, Wolters Kluwer, Mechelen, pp. 15-18

²⁷ FINCH, D.J., KOMPFFNER, P., LOCKWOOD, C.R., MAYCOCK, G. (1994). Speed, speed limits and accidents. Project Report 58. Crowthorne: Transport Research Laboratory (TRL).

²⁸ Gepubliceerd in DE MOL, J., VLASSENROOT, S., "Killing Speed, Saving Lives; Nood aan coherent snelheidsmanagement"(Killing Speed, Saving Lives; coherent speed management),. Mechelen, Kluwer-Editorial, Nr 135, februari 2007, blz. 23-27.

²⁹ ASHTON, S.J., MACKAY, G.M. (1979). Some characteristics of the population who suffer trauma as pedestrians when hit by cars and some resulting implications. In: Proceedings of the Conference of the International Research Committee on Biokinetics of Impacts (IRCOBI) on the Biomechanics of Trauma, 5-7 September 1979, Göteborg, p. 39-48

³⁰ Seminarie over „Killing speeds, Saving lives“ georganiseerd onder het Belgische Voorzitterschap Europese Unie, 8 november 2001 in Brussel

³¹ De Brabander (2005), Investerings in verkeersveiligheid in Vlaanderen. Een handleiding voor kosten-batenanalyse, Tielt: LannooCampus.

De Brabander (2006) (Valuing the reduced risk of road accidents. Empirical estimates for Flanders based on stated preference methods, Doctoraatsproefschrift. Diepenbeek: Universiteit Hasselt.

-
- ³² DE NOCKER, L., INT PANIS, L., MAYERES, I. (2006), De externe kosten van personenvervoer, in: Despontin, M. en Macharis, C. (eds.), Mobiliteit en (groot)stedenbeleid, 27e Vlaams Wetenschappelijk Economisch Congres, Brussel: VUBPress, p.381-415
- ³³ De Mol, J., Broeckaert, M., Van Hoorebeeck, B., Toebat, W., Pelckmans, J., "Naar een draagvlak voor een voertuigtechnische snelheidsbeheersing binnen een intrinsiek veilige verkeersomgeving", Centrum voor Duurzame Ontwikkeling (univ Gent)-BIVV, Gent juni 2001, 274 blz
- ³⁴ GEURTS K. et al. (2003) Identification and ranking of Black spots: Sensitivity Analysis, Steunpuntrapport RA-2003-18, Hasselt 01 07 2003, 22 blz
- ³⁵ Vehicle Dynamics Management (e.g. ESP), Wireless Hazard Warning (e.g. WILLWARN), eCall, Lane Keeping Support (e.g. SAFELANE), Intersection Safety (e.g. INTERSAFE), Collision Avoidance/Emergency Braking, Full Speed Range ACC (Frontal Collision Warning included), Pre-crash Safety Applications, e.g. COMPOSE, Speed Alert Systems, Lane Departure Warning and Blind Spot Monitoring (LATERALSAFE), Driver Drowsiness Monitoring and Warning, Night Vision
- ³⁶ <http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com12/fgfit/index.html>
- ³⁷ <http://www.ewh.ieee.org/tc/its/>
- ³⁸ <http://grouper.ieee.org/groups/scc32/>
- ³⁹ <http://grouper.ieee.org/groups/scc32/dsrc/index.html>
- ⁴⁰ <http://grouper.ieee.org/groups/scc32/imwg/index.html>
- ⁴¹ http://www.icts.org/ITSSG_home.htm
- ⁴² <http://www.nen.nl/cen278/>
- ⁴³ <http://www.its.dot.gov/cicas/index.htm>
- ⁴⁴ <http://www.its.dot.gov/vii/>
- ⁴⁵ http://www.ahsra.or.jp/index_e.html
- ⁴⁶ <http://www.vics.or.jp/english/index.html>
- ⁴⁷ http://www.smartway2007.jp/index_e.htm
- ⁴⁸ <http://www.internetits.org>
- ⁴⁹ http://ec.europa.eu/information_society/activities/esafety/intelligent_car/index_en.htm
- ⁵⁰ http://escape.info/en/esafety_activities/esafety_forum/
- ⁵¹ <http://www.comesafety.org/>
- ⁵² <http://www.gstforum.org/>
- ⁵³ Vlaanderen participeert in CVIS.
- ⁵⁴ <http://www.cvisproject.org/>
- ⁵⁵ <http://www.safespot-eu.org/>
- ⁵⁶ <http://www.sevecom.org>
- ⁵⁷ http://ec.europa.eu/information_society/activities/esafety/research_activities/index_en.htm
- ⁵⁸ <http://www.ertico.com/>
- ⁵⁹ <http://www.car-to-car.org/>
- ⁶⁰ <http://www.flandersdrive.be/>

⁶¹ <http://www.telematicscluster.be/>

⁶² <http://www.erodocdb.dk/doks/doccategoryECC.aspx?doccatid=4>

⁶³ Draft versions regarding new ECC decisions, <http://www.cept.org/D697CBE5-5527-48C5-A6F6-9342C611D4AD.W5Doc?frames=no&>

⁶⁴ ECC Decisions, <http://www.erodocdb.dk/doks/doccategoryECC.aspx?doccatid=1>

⁶⁵ http://en.wikipedia.org/wiki/General_Packet_Radio_Service

⁶⁶ <http://en.wikipedia.org/wiki/UMTS>

⁶⁷ http://en.wikipedia.org/wiki/Radio_Data_System

⁶⁸ http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Audio_Broadcasting

⁶⁹ EU tunes in to DVB-H,

http://www.theregister.co.uk/2007/11/30/eu_gives_dvb_h_thumbs_up/

⁷⁰ DVB-H Global Mobile TV Services, <http://www.dvb-h.org/services.htm>

⁷¹ System Comparison T-DMB vs DVB-H, DVB technical module 2006, DVB project